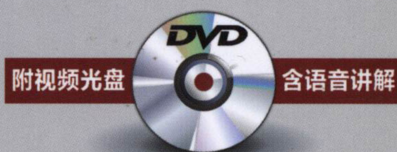
一线资深工程师教你学CAD/CAE/CAM丛书

UG NX 6.0

快速入门及应用技巧



来振东 主编



- **高效入门**：通俗易懂，化深奥为简易，能帮助读者短时间内迅速运用UG NX 6.0软件完成一般产品的零部件三维设计（含曲面、钣金）、装配与工程图、运动仿真等工作
- **实用性强**：书中实例、案例丰富而经典，且均来自各行业的真实产品，融入UG高手多年的使用心得和技巧
- **附加值高**：附1张DVD，制作了大量UG应用技巧和实例的语音教学视频，帮助读者轻松、高效学习



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

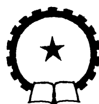
VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

一线资深工程师教你学 CAD/CAE/CAM 丛书

UG NX 6.0
快速入门及应用技巧

来振东　主编



机 械 工 业 出 版 社

本书是系统学习 UG NX 6.0 的快速入门及应用技巧图书，内容包括 UG NX 6.0 安装方法和软件设置、二维草图的设计、零件设计、装配设计、工程图设计、钣金设计、曲面设计、运动仿真与分析等，书中还配有大量范例或实际综合应用案例。

本书以“入门快速、简明实用”为指导，在内容安排上，书中结合大量的实例对 UG NX 6.0 软件各个模块中一些抽象的概念、命令、功能和应用技巧进行讲解，通俗易懂，化深奥为简易，本书所举范例均为一线实际产品，这样的安排能使读者较快地进入实战状态。在写作方式上，本书按照 UG NX 6.0 软件的真实界面进行讲解，使读者能够准确地操作软件，提高学习效率。读者在完成本书学习后，能够迅速地运用 UG 软件来完成一般产品的零件设计（含曲面和钣金设计）、装配、工程图制作、运动仿真与分析等工作。本书附带 1 张多媒体 DVD 教学光盘，制作了与本书全程同步的语音视频文件，含 307 个 UG 应用技巧和具有针对性实例的语音教学视频，时长 10.4 小时（621 分钟）。光盘还包含本书所有的素材源文件和已完成的范例及实例文件。

本书可作为工程技术人员的 UG 自学教程和参考书籍，也可作为大专院校机械专业师生的教学参考。

图书在版编目（CIP）数据

UG NX 6.0 快速入门及应用技巧 / 来振东主编.
—北京：机械工业出版社，2015.8
(一线资深工程师教你学 CAD/CAE/CAM 丛书)
ISBN 978-7-111-50637-9

Ⅰ. ①U… Ⅱ. ①来… Ⅲ. ①计算机辅助设计—应用软件 Ⅳ. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 142094 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码：100037）
策划编辑：丁　锋　责任编辑：丁　锋
责任校对：樊钟英
封面设计：张　静　责任印制：乔　宇
北京铭成印刷有限公司印刷
2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260 mm · 23.25 印张 · 574 千字
0001— 3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-50637-9
ISBN 978-7-89405-837-9（光盘）
定价：59.90 元 （含多媒体 DVD 光盘 1 张）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：010-88361066	机工官网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294	机工官博：weibo.com/cmp1952
010-88379203	金 书 网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版	教材服务网：www.cmpedu.com

前　　言

本书是系统学习 UG NX 6.0 快速入门及应用技巧的书籍，其特色如下。

- ◆ 内容全面，涵盖了产品的零件设计（含曲面、钣金设计）、装配、工程图制作、运动仿真与分析等核心功能模块。
- ◆ 本书实例、范例、案例丰富，对软件中的主要命令和功能，首先结合简单的实例进行讲解，然后安排一些较复杂的综合范例或案例，帮助读者深入理解和灵活应用。另外，因为书的纸质容量有限（增加纸张页数势必提高书的定价），所以随书光盘中存放了大量的范例或实例教学视频（全程语音讲解），这样安排可以进一步迅速提高读者的软件使用能力和技巧，同时也提高了本书的性价比。
- ◆ 循序渐进，讲解详细，条理清晰，图文并茂，使自学的读者能够独立学习和运用 UG NX 6.0 软件。
- ◆ 写法独特，采用 UG NX 6.0 中真实的对话框、操控板和按钮等进行讲解，使初学者能够直观、准确地操作软件，从而大大提高学习效率。
- ◆ 附加值极高，本书附带 1 张多媒体 DVD 教学光盘，制作了 307 个 UG 应用技巧和具有针对性实例的语音教学视频，时长 10.4 小时（621 分钟），可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书由来振东主编，参加编写的人员还有王焕田、刘静、雷保珍、刘海起、魏俊岭、任慧华、詹路、冯元超、刘江波、周涛、段进敏、赵枫、邵为龙、侯俊飞、龙宇、施志杰、詹棋、高政、孙润、李倩倩、黄红霞、尹泉、李行、詹超、尹佩文、赵磊、王晓萍、陈淑童、周攀、吴伟、王海波、高策、冯华超、周思思、黄光辉、党辉、冯峰、詹聪、平迪、管璇、王平、李友荣。本书已经经过多次审校，但仍不免有疏漏之处，恳请广大读者予以指正。

电子邮箱：bookwellok @163.com　咨询电话：010-82176248，010-82176249。

编　者

读者购书回馈活动：

活动一：本书“随书光盘”中含有该“读者意见反馈卡”的电子文档，请认真填写本反馈卡，并 E-mail 给我们。E-mail: 来振东 zhanygjames@163.com，丁锋 fengfener@qq.com。

活动二：扫一扫右侧二维码，关注兆迪科技官方公众微信（或搜索公众号 zhaodikeji），参与互动，也可进行答疑。



凡参加以上活动，即可获得兆迪科技免费奉送的价值 48 元的在线课程一门，同时有机会获得价值 780 元的精品在线课程。

本 书 导 读

为了能更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容。

【写作软件蓝本】

本书采用的写作蓝本是 UG NX 6.0 中文版。

【写作计算机操作系统】

本书使用的操作系统为 Windows XP，对于 Windows 2000 /Server 或 Win7 操作系统，本书的内容和范例也同样适用。

【光盘使用说明】

为了使读者方便、高效地学习本书，特将本书中所有的练习文件，素材文件，已完成的实例、范例或案例文件，软件的相关配置文件和语音视频讲解文件等按章节顺序放入随书附带的光盘中，读者在学习过程中可以打开相应的文件进行操作、练习和查看视频。

本书附带多媒体 DVD 教学光盘 1 张，建议读者在学习本书前，先将 DVD 光盘中的所有内容复制到计算机硬盘的 D 盘中。

在光盘的 ugsc60 目录下共有 2 个子目录。

（1）work 子文件夹：包含本书全部已完成的实例、范例或案例文件。

（2）video 子文件夹：包含本书讲解中所有的视频文件（含语音讲解），学习时，直接双击某个视频文件即可播放。

光盘中带有“ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的实例、范例或案例。

【本书约定】

◆ 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下。
- 单击：将鼠标指针光标移至某位置处，然后按一下鼠标的左键。
- 双击：将鼠标指针光标移至某位置处，然后连续快速地按两次鼠标的左键。
- 右击：将鼠标指针光标移至某位置处，然后按一下鼠标的右键。
- 单击中键：将鼠标指针光标移至某位置处，然后按一下鼠标的中键。
- 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，而不是按中键。
- 选择（选取）某对象：将鼠标指针光标移至某对象上，单击以选取该对象。



- 拖移某对象：将鼠标指针光标移至某对象上，然后按下鼠标的左键不放，同时移动鼠标，将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。

◆ 本书中的操作步骤分为“任务”和“步骤”两个级别，说明如下。

- 对于一般的软件操作，每个操作步骤以步骤 01开始。例如，下面是草绘环境中绘制矩形操作步骤的表述：
  - ☑ 步骤 01 单击按钮。
  - ☑ 步骤 02 在绘图区某位置单击，放置矩形的第一个角点，此时矩形呈“橡皮筋”样变化。
  - ☑ 步骤 03 单击XY按钮，再次在绘图区某位置单击，放置矩形的另一个角点。此时，系统即在两个角点间绘制一个矩形，如图 4.7.13 所示。
- 每个“步骤”操作视其复杂程度，其下面可含有多级子操作。例如，步骤 01下可能包含（1）、（2）、（3）等子操作，（1）子操作下可能包含①、②、③等子操作，①子操作下可能包含 a）、b）、c）等子操作。
- 对于多个任务的操作，则每个“任务”冠以任务 01、任务 02、任务 03等，每个“任务”操作下则包含“步骤”级别的操作。
- 因为已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时，所述的路径均以“D:”开始。

目　　录

前言

本书导读

第 1 章　UG NX 6.0 简介 1
1.1　UG NX 6.0 应用程序功能介绍 1
1.2　UG NX 6.0 应用程序的安装与启动 2
1.2.1　UG NX 6.0 的安装 2
1.2.2　UG NX 6.0 的启动与退出 6
1.3　UG NX 6.0 软件环境 7
1.3.1　软件环境介绍 7
1.3.2　软件环境的定制 9
1.4　UG NX 6.0 的鼠标键盘操作 12
1.5　UG NX 6.0 文件的管理与操作 12
1.5.1　创建工作目录 12
1.5.2　创建新文件 13
1.5.3　打开文件 13
1.5.4　保存与另存文件 15
1.5.5　关闭部件文件 15
1.6　UG NX 6.0 基本操作工具 16
1.6.1　坐标系 16
1.6.2　矢量构造器 18

第 2 章　二维草图的绘制 20
2.1　进入与退出草图绘制环境 20
2.2　用户自定义草图工具条 22
2.3　草图绘制工具 24
2.3.1　直线 24
2.3.2　轮廓线 25
2.3.3　矩形 26
2.3.4　圆 27
2.3.5　圆弧 27
2.3.6　圆角 28
2.3.7　椭圆 29
2.3.8　艺术样条曲线 29
2.4　来自曲线集的曲线 30
2.4.1　偏置曲线 30
2.4.2　镜像草图 31
2.4.3　派生直线 32
2.5　处方曲线 33
2.5.1　相交 33

2.5.2 投影 34

第 3 章 二维草图的编辑及约束 36
3.1 二维草图管理 36
3.2 草图编辑 37
3.2.1 操纵草图 37
3.2.2 删除草图 39
3.2.3 复制/粘贴 39
3.2.4 修剪草图 40
3.2.5 延伸草图 40
3.2.6 制作拐角 40
3.2.7 将草图对象转换为参考线 41
3.2.8 编辑定义截面 42
3.3 草图中的几何约束 43
3.3.1 添加几何约束 46
3.3.2 显示/移除约束 47
3.3.3 约束的备选解 49
3.4 草图中的尺寸标注 50
3.4.1 添加尺寸标注 50
3.4.2 移动尺寸 53
3.4.3 修改尺寸值 53
3.5 草图设计综合应用 54
3.5.1 草图设计综合应用一 54
3.5.2 草图设计综合应用二 54
3.5.3 草图设计综合应用三 55

第 4 章 零件设计（基础） 56
4.1 应用体素建模 56
4.1.1 基本体素设计 56
4.1.2 体素应用范例 58
4.2 拉伸特征 59
4.2.1 概述 59
4.2.2 创建拉伸特征 61
4.3 回转特征 62
4.3.1 概述 62
4.3.2 创建回转特征 63
4.4 倒斜角特征 64
4.5 边倒圆特征 65
4.6 布尔操作 67
4.6.1 求和操作 68
4.6.2 求差操作 69
4.6.3 求交操作 69
4.6.4 布尔出错消息 70
4.7 零件设计一般过程 70
4.7.1 创建零件第一个特征 70
4.7.2 创建其他特征 71

第 5 章 零件设计（高级） 75
5.1 UG NX 的部件导航器 75

5.1.1 概述 75
5.1.2 部件导航器界面 75
5.1.3 部件导航器的作用与操作 77
5.2 面向对象操作 80
5.2.1 对象与模型的显示设置 80
5.2.2 分类选择 81
5.2.3 删除对象 82
5.2.4 隐藏与显示 83
5.2.5 对象的显示 83
5.2.6 视图布局 84
5.3 UG NX 中的图层管理 85
5.3.1 工作图层 85
5.3.2 图层属性设置 89
5.3.3 移动和复制对象至图层 89
5.3.4 图层的应用 90
5.4 特征的编辑与操作 91
5.4.1 编辑参数 92
5.4.2 编辑位置 92
5.4.3 特征移动 93
5.4.4 特征重新排序 94
5.4.5 特征的抑制与取消抑制 95
5.5 基准特征 96
5.5.1 基准平面 96
5.5.2 基准轴 100
5.5.3 基准点 102
5.5.4 创建点集 104
5.5.5 基准坐标系 105
5.6 孔特征 110
5.7 螺纹特征 113
5.8 三角形加强筋 115
5.9 抽壳特征 117
5.10 拔模特征 118
5.11 扫掠特征 120
5.12 关联复制 121
5.12.1 镜像特征 121
5.12.2 镜像体 122
5.12.3 抽取体 122
5.12.4 复合曲线 124
5.12.5 实例阵列 125
5.12.6 实例几何体 128
5.13 变换操作 130
5.13.1 比例变换 130
5.13.2 通过一直线镜像 132
5.13.3 矩形阵列 133
5.13.4 圆形阵列 134
5.14 缩放体 135
5.15 模型的测量与分析 137
5.15.1 距离测量 137

5.15.2 角度测量 139
5.15.3 长度测量 140
5.15.4 面积及周长测量 141
5.15.5 质量属性分析 141
5.16 零件设计综合应用 142
5.16.1 零件设计综合应用一 142
5.16.2 零件设计综合应用二 150
5.16.3 零件设计综合应用三 151
5.16.4 零件设计综合应用四 151
5.16.5 零件设计综合应用五 151
5.16.6 零件设计综合应用六 152
第 6 章 装配设计 153
6.1 装配基础 153
6.1.1 装配概述 153
6.1.2 装配环境中的下拉菜单及工具条 154
6.1.3 装配导航器 157
6.1.4 预览面板和相依性面板 158
6.1.5 装配约束 159
6.2 装配设计一般过程 162
6.2.1 添加第一个部件 163
6.2.2 添加其他个部件 165
6.3 引用集在装配中的应用 167
6.4 组件阵列 167
6.4.1 从实例特征阵列 167
6.4.2 线性阵列 168
6.4.3 圆周阵列 169
6.5 编辑装配体中的部件 170
6.6 爆炸图 171
6.6.1 爆炸图工具条介绍 171
6.6.2 新建爆炸图 172
6.6.3 删除爆炸图 172
6.6.4 编辑爆炸图 173
6.7 简化装配 176
6.7.1 概述 176
6.7.2 简化装配基本操作 176
6.8 装配干涉检查 179
6.9 装配设计综合应用 181
第 7 章 工程图设计 182
7.1 UG NX 工程图概述 182
7.1.1 UGNX 工程图特点 182
7.1.2 工程图的组成 182
7.1.3 工程图环境与工具条介绍 183
7.2 工程图图样管理 186
7.2.1 新建工程图 186
7.2.2 编辑图纸页 187
7.3 工程图视图的创建 188
7.3.1 基本视图 188

7.3.2 全剖视图 190
7.3.3 半剖视图 190
7.3.4 旋转剖视图 191
7.3.5 阶梯剖视图 192
7.3.6 局部剖视图 193
7.3.7 局部放大视图 195
7.4 工程图视图基本操作与编辑 196
7.4.1 视图的显示与更新 196
7.4.2 视图的对齐 197
7.4.3 视图的编辑 198
7.5 工程图标注 202
7.5.1 尺寸标注 202
7.5.2 基准特征标注 205
7.5.3 形位公差标注 206
7.5.4 表面粗糙度标注 207
7.5.5 标识符号标注 208
7.5.6 自定义符号标注 209
7.5.7 注释编辑器 211
7.6 工程图设计综合应用 213
第 8 章 NX 钣金设计 214
8.1 概述 214
8.2 钣金基础特征 218
8.2.1 突出块 218
8.2.2 弯 边 220
8.2.3 法向除料 226
8.3 钣金的折弯 229
8.3.1 钣金折弯 229
8.3.2 钣金转换 233
8.4 高级钣金特征 235
8.4.1 凹坑 235
8.4.2 冲压除料 239
8.5 钣金设计综合应用 241
8.5.1 钣金设计综合应用一 241
8.5.2 钣金设计综合应用二 261
8.5.3 钣金设计综合应用三 261
第 9 章 曲线线框设计 263
9.1 基本空间曲线 263
9.2 高级空间曲线 267
9.2.1 样条曲线 267
9.2.2 螺旋线 268
9.2.3 文本曲线 270
9.3 来自曲线集的曲线 272
9.3.1 镜像曲线 272
9.3.2 偏置曲线 273
9.3.3 在面上偏置曲线 276
9.3.4 投影曲线 277
9.3.5 组合投影曲线 279

9.3.6 桥接曲线 280
9.4 来自体的曲线 281
9.4.1 相交曲线 281
9.4.2 截面曲线 281
9.4.3 抽取曲线 283
9.5 曲线曲率分析 285
第 10 章 曲面设计 286
10.1 显示曲面网格 286
10.2 简单曲面 287
10.2.1 拉伸曲面 287
10.2.2 回转曲面 288
10.2.3 有界平面 289
10.2.4 抽取曲面 289
10.3 网格曲面 292
10.3.1 直纹面 292
10.3.2 通过曲线组曲面 293
10.3.3 通过曲线网格曲面 295
10.3.4 艺术曲面 297
10.4 扫掠曲面 299
10.4.1 扫掠曲面 299
10.4.2 沿引导线扫掠 300
10.4.3 样式扫掠 301
10.4.4 变化扫掠 303
10.5 桥接曲面 305
10.6 曲面的编辑 307
10.6.1 偏置曲面 307
10.6.2 修剪曲面 308
10.6.3 延伸曲面 312
10.6.4 曲面的缝合 316
10.7 曲面的实体化操作 317
10.8 曲面倒圆角 319
10.8.1 边倒圆 319
10.8.2 面倒圆 319
10.9 曲面分析 321
10.9.1 曲面连续性分析 321
10.9.2 曲面反射分析 322
10.10 曲面设计综合应用 324
10.10.1 曲面设计综合应用一 324
10.10.2 曲面设计综合应用二 329
10.10.3 曲面设计综合应用三 330
10.10.4 曲面设计综合应用四 330
10.10.5 曲面设计综合应用五 330
10.10.6 曲面设计综合应用六 331
10.10.7 曲面设计综合应用七 331
第 11 章 运动仿真与分析 332
11.1 概述 332
11.1.1 运动仿真界面与工具条介绍 332

11.1.2　运动仿真参数预设置 335
11.1.3　运动仿真流程 337
11.2　连杆和运动副 337
11.2.1　连杆 338
11.2.2　运动副和驱动 341
11.3　仿真力学对象 344
11.4　定义解算方案 345
11.5　运动分析 346
11.5.1　动画 346
11.5.2　图表 347
11.5.3　填充电子表格 349
11.5.4　智能点、标记与传感器 349
11.5.5　干涉、测量和追踪 352
11.6　编辑仿真 356
11.6.1　编辑仿真对象 356
11.6.2　主模型尺寸 356
11.6.3　函数编辑器 357
11.7　运动仿真与分析综合应用 357

第 1 章　UG NX 6.0 简介

1.1　UG NX 6.0 应用程序功能介绍

UG NX 6.0 系统在数字化产品的开发设计领域具有以下几大特点。

◆　*创新性用户界面把高端功能与易用性和易学性相结合。*

NX 6.0 建立在 NX 5.0 引入的基于角色的用户界面基础之上，并把此方法的覆盖范围扩展到整个应用程序，以确保在核心产品领域里面的一致性。

为了提供一个能够随用户技能水平增长而成长并且保持用户效率的系统，NX 6.0 以可定制的、可移动的弹出工具栏为特征。移动弹出工具栏减少了鼠标移动，并且使用户能够把它们的常用功能集成到由简单操作过程所控制的动作之中。

◆　*完整统一的全流程解决方案。*

UG 产品开发解决方案完全受益于 Teamcenter 的工程数据和过程管理功能。通过 NX 6.0，进一步扩展了 UG 和 Teamcenter 之间的集成。利用 NX 6.0，能够在 UG 里面查看来自 Teamcenter Product Structure Editor（产品结构编辑器）的更多数据，为用户提供了关于结构以及相关数据更加全面的表示。

UG NX 6.0 系统无缝集成的应用程序能快速传递产品和工艺信息的变更，从概念设计到产品的制造加工，可使用一套统一的方案把产品开发流程中涉及的学科融合到一起。在 CAD 和 CAM 方面，大量吸收了逆向软件 Imageware 的操作方式以及曲面方面的命令；在钣金设计等方面，吸收了 SolidEdge 的先进操作方式；在 CAE 方面，增加了 Ideas 的前后处理程序及 NX Nastran 求解器；同时 UG NX 6.0 可以在 UGS 先进的 PLM（产品周期管理）Teamcenter 的环境管理下，在开发过程中可以随时与系统进行数据交流。

◆　*可管理的开发环境。*

UG NX 6.0 系统可以通过 NX Manager 和 Teamcenter 工具把所有的模型数据进行紧密集成，并实施同步管理，进而实现在一个结构化的协同环境中转换产品的开发流程。UG NX 6.0 采用的可管理的开发环境，增强了产品开发应用程序的性能。

Teamcenter 项目支持。利用 NX 6.0，用户能够在创建或保存文件的时候分配项目数据（既可是单一项目，也可是多个项目）。扩展的 Teamcenter 导航器，使用户能够立即把 Project（项

目）分配到多个条目（Item）。可以过滤 Teamcenter 导航器，以便只显示基于 Project 的对象，使用户能够清楚了解整个设计的内容。

◆ 知识驱动的自动化。

使用 UG NX 6.0 系统，用户可以在产品开发的过程中获取产品及其设计制造过程的信息，并将其重新用到开发过程中，以实现产品开发流程的自动化，最大程度地重复利用知识。

◆ 数字化仿真、验证和优化。

利用 UG NX 6.0 系统中的数字化仿真、验证和优化工具，可以减少产品的开发费用，实现产品开发的一次成功。用户在产品开发流程的每一个阶段，通过使用数字化仿真技术，核对概念设计与功能要求的差异，以确保产品的质量、性能和可制造性符合设计标准。

◆ 系统的建模能力。

UG NX 6.0 基于系统的建模，允许在产品概念设计阶段快速创建多个设计方案并进行评估，特别是对于复杂的产品，利用这些方案能有效地管理产品零部件之间的关系。在开发过程中还可以创建高级别的系统模板，在系统和部件之间建立关联的设计参数。

1.2 UG NX 6.0 应用程序的安装与启动

1.2.1 UG NX 6.0 的安装

1. 安装要求及安装前的准备

（1）硬件要求。

UG NX 6.0 软件系统可在工作站（Workstation）或个人计算机（PC）上运行，如果安装在个人计算机上，为了保证软件安全和正常使用，对计算机硬件的要求如下。

◆ CPU 芯片：一般要求 Pentium3 以上，推荐使用 Intel 公司生产的 Pentium4/1.3GHz 以上的芯片。

◆ 内存：一般要求为 256MB 以上，如果要装配大型部件或产品，进行结构、运动仿真分析或产生数控加工程序，则建议使用 1024MB 以上的内存。

◆ 显卡：一般要求支持 Open_GL 的 3D 显卡，分辨率为 1024×768 以上，推荐使用 64MB 以上的显卡。如果显卡性能太低，打开软件后，其会自动退出。

◆ 网卡：以太网卡。

（2）操作系统要求。

◆ 操作系统：操作系统为 Windows 2000 以上的 Workstation 或 Server 版均可，要求安

装 SP3（Windows 补丁）以上版本，XP 系统要求安装 SP1 以上版本。对于 UNIX 系统，要求 HP-UX（64-bit）的 11 版、Sun Solaris（64-bit）的 Solaris 82/02、IBM-AIX 的 4.3.3、Maintenance Lecel 8 和 SGI-IRIX 的 6.5.11。

- 硬盘格式：建议 NTFS 格式，FAT 也可。
- 网络协议：TCP/IP 协议。
- 显卡驱动程序：分辨率为 1024 × 768 以上，真彩色。

（3）查找计算机的名称。

下面介绍查找计算机名称的操作。

步骤 01 选择 Windows 的 开始 → 设置(S) → 控制面板(C) 命令。

步骤 02 在控制面板中双击 系统 图标。

步骤 03 在图 1.2.1 所示的“系统属性”对话框中单击 计算机名 选项卡，即可看到在 完整的计算机名称: 位置显示出当前计算机的名称。

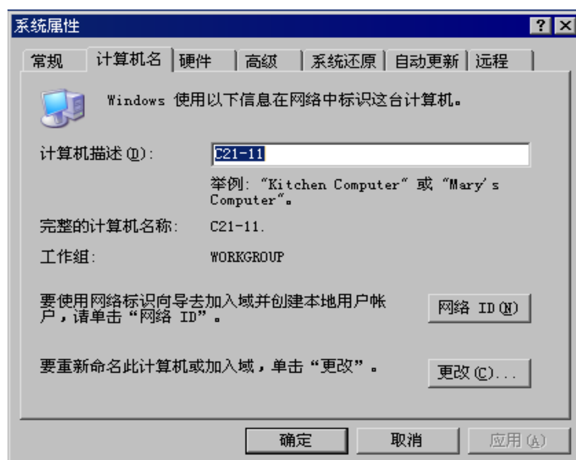


图 1.2.1 “系统属性”对话框

2. 安装过程

下面具体介绍 UG NX 6.0 应用程序的安装过程。

任务 01 在服务器上准备好许可证文件

步骤 01 首先将合法获得的 UG NX 6.0 许可证文件 nx6.lic 复制到计算机中的某个位置，如 C:\ug6.0\nx6.lic。

步骤 02 修改许可证文件并保存，如图 1.2.2 所示。

此处的字符已替换为本机的计算机名称，并有“.”

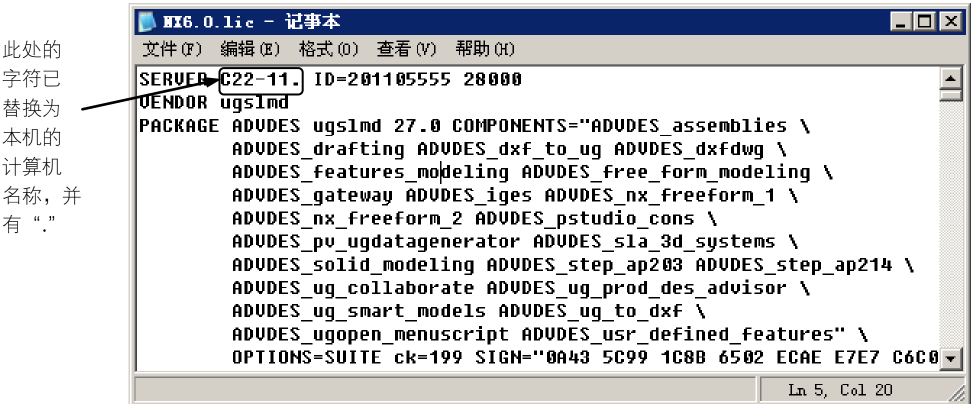


图 1.2.2 修改许可证文件

任务 02 安装许可证管理模块

步骤 01 将 Unigraphics NX 6.0 软件（NX 6.0.0.24 版本）安装光盘放入光驱内（如果已经将系统安装文件复制到硬盘上，可双击系统安装目录下的 Launch.exe 文件），等待片刻后，会弹出图 1.2.3 所示的“NX 6 Software Installation”对话框，在此对话框中单击 Install License Server 按钮。

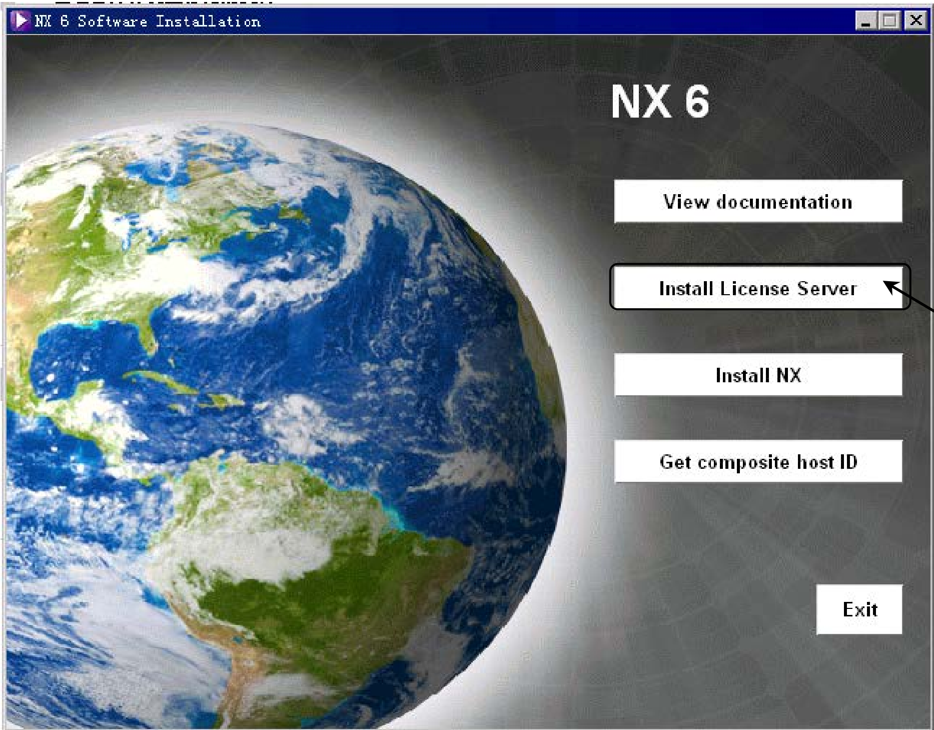


图 1.2.3 “NX 6 Software Installation”对话框

步骤 02 系统弹出"选择安装程序的语言"对话框,接受系统默认的语言 中文(中国) ,单击 确定 按钮，系统显示"InstallShield Wizard"对话框。

步骤 03 等待片刻后，在图 1.2.4 所示的"UGSLicensing InstallShield Wizard"对话框（一）中单击 下一步(N) > 按钮。

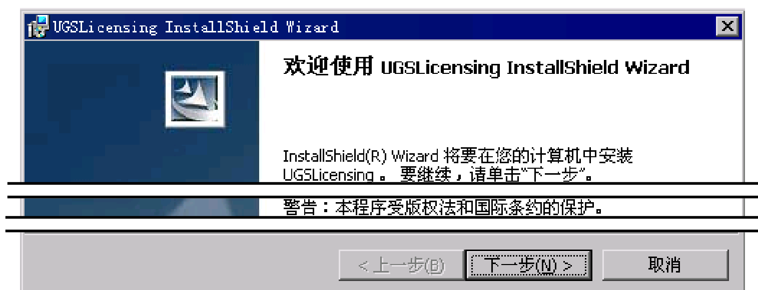


图 1.2.4　"UGSLicensing InstallShield Wizard"对话框（一）

步骤 04 接受"UGSLicensing InstallShield Wizard"对话框（二）中的系统默认安装路径，单击 下一步(N) > 按钮。

步骤 05 在"UGSLicensing InstallShield Wizard"对话框（三）中单击 浏览... 按钮，找到目录 C:\ug6.0 下的许可证文件 nx6.lic，单击 下一步(N) > 按钮。

步骤 06 在"UGSLicensing InstallShield Wizard"对话框（四）中单击 安装(I) 按钮。

步骤 07 系统显示安装进度，等待片刻后，在"UGSLicensing InstallShield Wizard"对话框中单击 完成(F) 按钮，完成许可证的安装。

任务 03　安装 UG NX 6.0 软件主体

步骤 01 在"NX 6 Software Installation"对话框中单击 Install NX 按钮。

步骤 02 系统弹出"选择安装程序的语言"对话框,接受系统默认的语言 中文(中国) ,单击 确定 按钮，系统显示"InstallShield Wizard"对话框。

步骤 03 数秒钟后，系统弹出"UGS NX 6.0 InstallShield Wizard"对话框，单击其中的 下一步(N) > 按钮。

步骤 04 采用系统默认的安装类型 ⊙ 典型 ，单击 下一步(N) > 按钮。

步骤 05 接受系统默认的路径，单击 下一步(N) > 按钮。

步骤 06 系统弹出"UGS NX 6.0 InstallShield Wizard"对话框，确认 输入服务器名... 文本框中的"28000@"后面已是本机的计算机名称，单击 下一步(N) > 按钮。

步骤 07 系统弹出"UGS NX 6.0 InstallShield Wizard"对话框，选中 ⊙ 简体中文 选项，单

击下一步(N) >按钮。

步骤 08 系统弹出“UGS NX 6.0 InstallShield Wizard”对话框，单击安装(I)按钮。

步骤 09 系统显示安装进度，等待片刻后，在“UGS NX 6.0 InstallShield Wizard”对话框中单击完成(F)按钮，完成安装。

1.2.2 UG NX 6.0 的启动与退出

1. UG NX 6.0 的启动

一般来说，有两种方法可启动并进入 UG NX 6.0 软件环境。

方法一：双击 Windows 桌面上的 NX 6.0 软件快捷图标。



如果软件安装完毕后，桌面上没有 NX 6.0 软件快捷图标，请参考下面介绍的方法二启动软件。

方法二：从 Windows 系统“开始”菜单进入 UG NX 6.0，操作方法如下。

步骤 01 单击 Windows 桌面左下角的开始按钮。

步骤 02 选择程序(P) → UGS NX 6.0 → NX 6.0命令，系统进入 UG NX 6.0 软件环境。

2. UG NX 6.0 的退出

选择下拉菜单文件(F) → 退出(X)命令（或在工作界面右上角单击X按钮），如果部件文件已被修改，系统会弹出图 1.2.5 所示的“退出”对话框。单击是 - 保存并退出(Y)按钮，退出 UG NX 6.0。

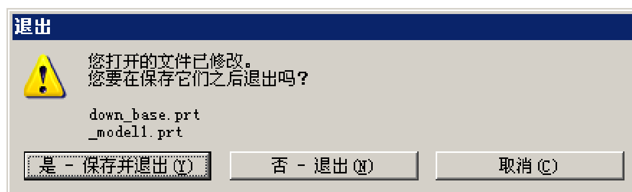


图 1.2.5 “退出”对话框

图 1.2.5 所示的“退出”对话框中各选项的说明如下。

- 是 - 保存并退出(Y)按钮：保存部件并关闭当前文件。
- 否 - 退出(N)按钮：不保存部件关闭当前文件。
- 取消(C)按钮：取消此次操作，继续停留在当前文件。

1.3 UG NX 6.0 软件环境

1.3.1 软件环境介绍

在学习本节时，请先打开文件 D:\ugsc60\ch01.03.01\link_base.prt。

UG NX 6.0 用户界面包括标题栏、下拉菜单区、顶部工具条按钮区、消息区、图形区、部件导航器区、资源工具条及底部工具条按钮区，如图 1.3.1 所示。

1. 工具条按钮区

工具条中的命令按钮为快速选择命令及设置工作环境提供了极大的方便，用户可以根据具体情况定制工具条。



用户会看到有些菜单命令和按钮处于非激活状态（呈灰色，即暗色），这是因为它们目前还没有处在发挥功能的环境中，一旦它们进入有关的环境，便会自动激活。

2. 下拉菜单区

下拉菜单中包含创建、保存、修改模型和设置 UG NX 6.0 环境的所有命令。

3. 资源工具条区

资源工具条区包括“装配导航器”“约束导航器”“部件导航器”“Internet Explorer”“历史记录”和“系统材料”等导航工具。用户通过该工具条可以方便地进行一些操作。对于每一种导航器，都可以直接在其相应的项目上右击，快速地进行各种操作。

资源工具条区主要选项的功能说明如下。

- “装配导航器”显示装配的层次关系。
- “约束导航器”显示装配的约束关系。
- “部件导航器”显示建模的先后顺序和父子关系。父对象（活动零件或组件）显示在模型树的顶部，其子对象（零件或特征）位于父对象之下。在“部件导航器”中右击，从弹出的快捷菜单中选择时间戳记次序命令，则按“模型历史”显示。“模型历史树”中列出了活动文件中的所有零件及特征，并按建模的先后顺序显示模型结构。若打开多个 UG NX 6.0 模型，则“部件导航器”只反映活动模型的内容。
- “Internet Explorer”可以直接浏览网站。

◆ “历史记录”中可以显示曾经打开过的部件。
◆ “系统材料”中可以设定模型的材料。

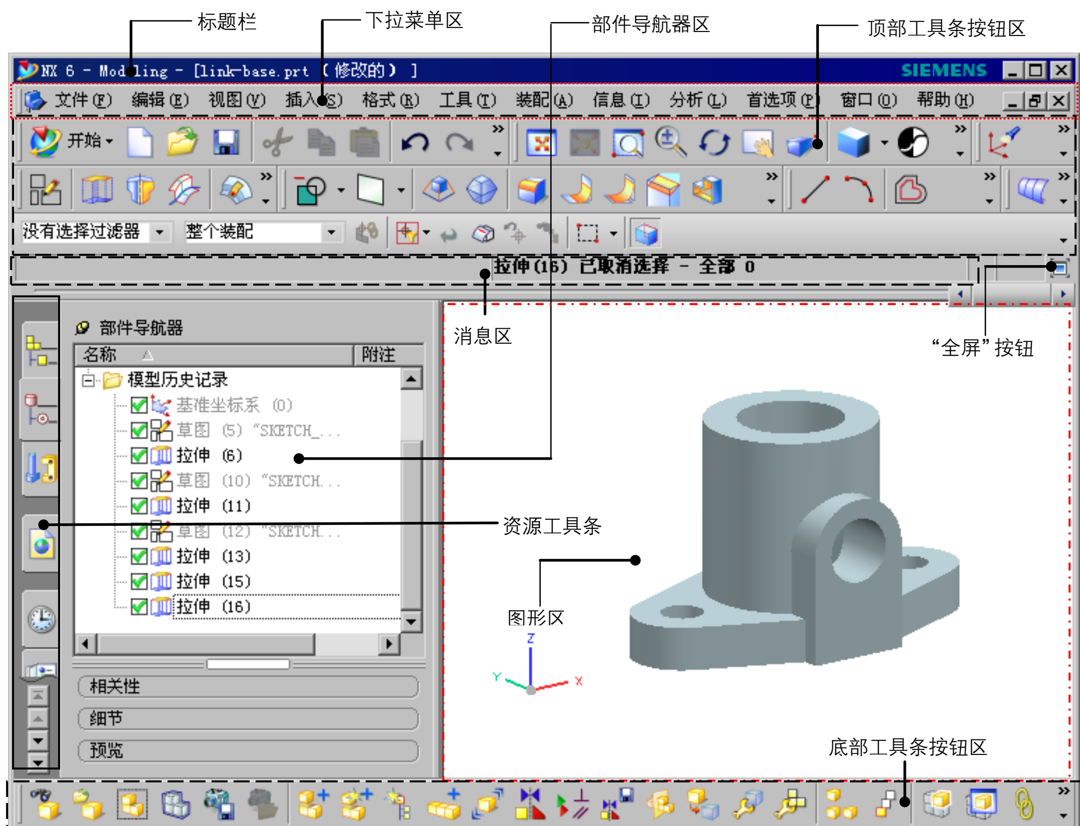


图 1.3.1 UG NX 6.0 中文版界面



本书在编写过程中用 首选项(P) → 用户界面(I)... 命令，将“资源工具条”显示在左侧。

4. 消息区

执行有关操作时，与该操作有关的系统提示信息会显示在消息区。消息区中间有一个可见的边线，左侧是提示栏，用来提示用户如何操作；右侧是状态栏，用来显示系统或图形当前的状态，如显示选取结果信息等。执行每个操作时，系统都会在提示栏中显示用户必须执行的操作，或者提示下一步操作。对于大多数的命令，用户都可以利用提示栏的提示来完成操作。

5. 图形区

图形区是 UG NX 6.0 用户主要的工作区域，建模的主要过程、绘制前后的零件图形、分析结果和模拟仿真过程等都在这个区域内显示。用户在进行操作时，可以直接在图形区中选取相关对象进行操作。

同时还可以选择多种视图操作方式。

方法一：右击图形区，弹出快捷菜单，如图 1.3.2 所示。

方法二：按住右键，弹出挤出式菜单，如图 1.3.3 所示。

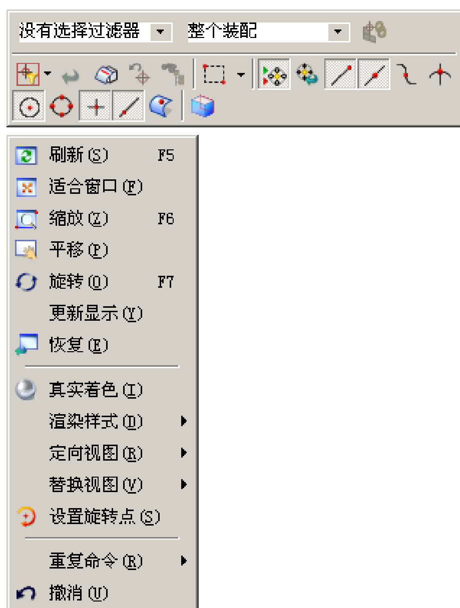


图 1.3.2 快捷菜单



图 1.3.3 挤出式菜单

6. “全屏”按钮

在 UG NX 6.0 中使用“全屏”按钮，允许用户将可用图形窗口最大化。在最大化窗口模式下再次单击“全屏”按钮，即可切换到普通模式。

1.3.2 软件环境的定制

进入 UG NX 6.0 系统后，在建模环境下选择下拉菜单 工具(T) → 定制(Z)... 命令，系统弹出“定制”对话框（图 1.3.4），可对用户界面进行定制。

1. 工具条设置

在图 1.3.4 所示的“定制”对话框中单击 工具条 选项卡，即可打开工具条定制选项卡。通

过此选项卡可改变工具条的布局，可以将各类工具条按钮放在屏幕的顶部、左侧或下侧。下面以图 1.3.4 所示的☐ 标准 选项（这是控制基本操作类工具按钮的选项）为例说明定制过程。

步骤 01 单击☐ 标准 选项中的☐，出现√号，此时可看到标准类的命令按钮出现在界面上。

步骤 02 单击 关闭 按钮。

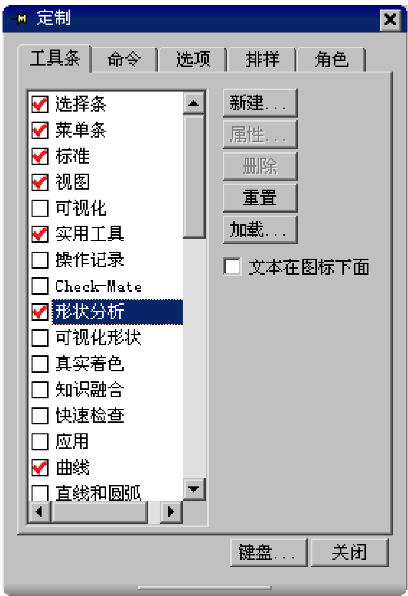


图 1.3.4 “定制”对话框

步骤 03 添加工具按钮。

（1）单击工具条中的 » 按钮（图 1.3.5），弹出 添加或移除按钮 按钮。



图 1.3.5 “工具条选项”按钮

（2）单击 添加或移除按钮 按钮，弹出一个下拉列表，把鼠标移到相应的列表项（一般是当前工具条的名称），会在后面显示出列表项包含的工具按钮（图 1.3.6），单击每个按钮可以对按钮进行显示或隐藏操作。



图 1.3.6 “显示或隐藏”按钮

步骤 04 拖动工具条到合适的位置，完成设置。

2. 在下拉菜单中定制（添加）命令

在图 1.3.7 所示的“定制”对话框中单击命令选项卡，即可打开定制命令的选项卡。通过此选项卡可改变下拉菜单的布局，可以将各类命令添加到下拉菜单中。下面以下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 平面(L)...命令为例说明定制过程。

步骤 01 在图 1.3.7 中的类别：列表框中选择按钮的种类插入(S)，在命令：选项组中出现该种类的所有按钮。

步骤 02 右击基准/点(D)选项，在系统弹出的快捷菜单中选择添加或移除按钮中的平面(L)...命令。

步骤 03 单击关闭按钮，完成设置。

步骤 04 选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D)选项，可以看到平面(L)...命令已被添加。

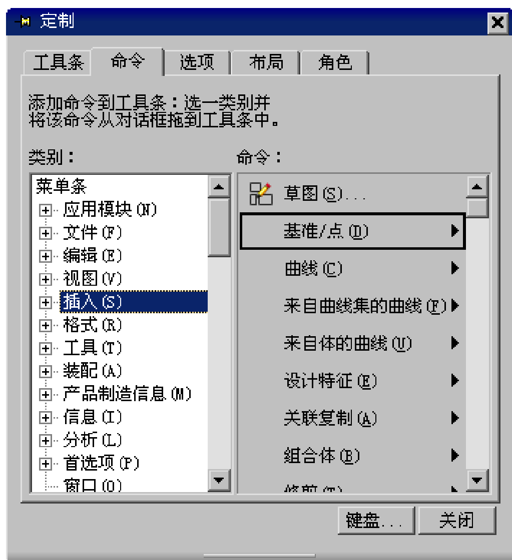


图 1.3.7 “命令”选项卡



“定制”对话框弹出后，可将下拉菜单中的命令添加到工具条中成为按钮，方法是单击下拉菜单中的某个命令，并按住鼠标左键不放，将鼠标指针拖到屏幕的工具条中。

3. 选项设置

在“定制”对话框中单击 选项 选项卡，可以对菜单的显示、工具条图标大小以及菜单图标大小进行设置。

4. 布局设置

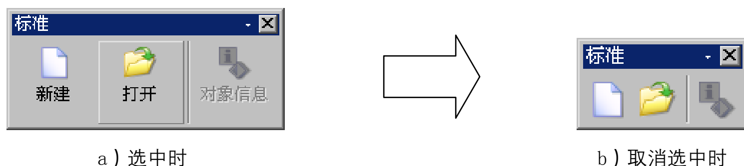
在“定制”对话框中单击 布局 选项卡，可以保存和恢复菜单、工具条的布局，还可以设置提示/状态的位置以及窗口融合优先级。

5. 角色设置

在“定制”对话框中单击 角色 选项卡，可以载入和创建角色（角色就是满足用户需求的工作界面）。

6. 图标下面的文本

在“定制”对话框的列表框中单击其中任何一个选项（如 标准 ），可激活 文本在图标下面 复选框，选中该复选框可以使工具条中的文本显示，如图 1.3.8 所示。



a）选中时　　　　b）取消选中时

图 1.3.8　图标下面的文本显示

1.4　UG NX 6.0 的鼠标键盘操作

使用鼠标可以控制图形区中的模型显示状态。

- 滚动鼠标中键滚轮，可以缩放模型：向前滚，模型缩小；向后滚，模型变大。
- 按住鼠标中键，移动鼠标，可旋转模型。
- 首先按住键盘上的 Shift 键，然后按住鼠标中键，移动鼠标可移动模型。



采用以上方法对模型进行缩放和移动操作时，只是改变模型的显示状态，而不能改变模型的真实大小和位置。

1.5　UG NX 6.0 文件的管理与操作

1.5.1　创建工作目录

使用 UG NX 6.0 软件时，应该注意文件的目录管理。如果文件管理混乱，会造成系统找

不到正确的相关文件，从而严重影响 UG NX 6.0 软件的全相关性，同时也会使文件的保存、删除等操作产生混乱，因此应按照操作者的姓名、产品名称（或型号）建立用户文件目录，如本书要求在 E 盘上创建一个名为 ug-course 的文件目录（如果用户的计算机上没有 E 盘，在 C 盘或 D 盘上创建也可）。

1.5.2 创建新文件

新建一个部件文件，可以采用以下步骤。

步骤 01 选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令（或单击“新建”按钮）。

步骤 02 系统弹出图 1.5.1 所示的“新建”对话框；在 模板 选项栏中，选取模板类型为 模型 ,在 名称 文本框中输入文件名称（如 aaa），单击 文件夹 文本框后的“打开”按钮，设置文件存放路径（或者在 文件夹 文本框中输入文件保存路径，或单击文本框后的“打开”按钮设置文件保存路径）。

步骤 03 单击 确定 按钮，完成新部件的创建。

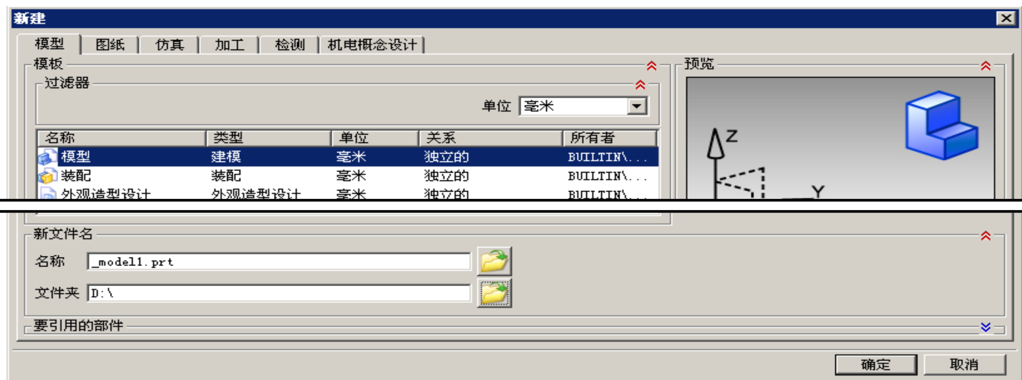


图 1.5.1 “新建”对话框



UG NX 6.0 不支持含中文字符的目录，即在保存和打开文件时文件的路径不能含有任何中文字符。

1.5.3 打开文件

打开一个部件文件，一般采用以下步骤。

步骤 01 选择下拉菜单 文件(F) → 打开(O)... 命令（或单击“打开”按钮），系统弹出图 1.5.2 所示的“打开”对话框。

步骤 02 在对话框的 查找范围(I): 下拉列表中，选择需打开文件所在的目录（如 D:\ugsc60\work\ch01.05.03），在 文件名(N): 文本框中输入部件名称（如 link_base），在 文件类型(T): 下拉列表中保持系统默认选项。

步骤 03 单击 OK 按钮，即可打开部件文件。

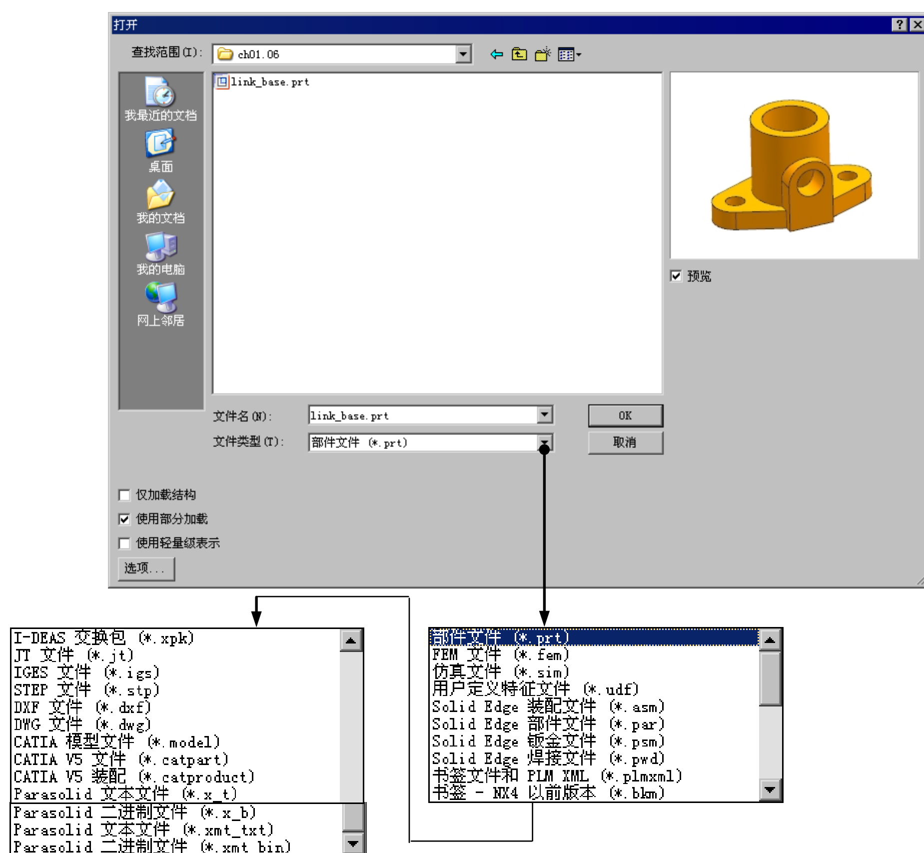


图 1.5.2 “打开”对话框

图 1.5.2 所示“打开”对话框中主要选项的说明如下。

- ☑ 预览 复选框：选中该复选框，将显示选择部件文件的预览图像。利用此功能观看部件文件而不必在 UG NX 6.0 软件中一一打开，这样可以很快地找到所需要的部件文件。“预览”功能仅对存储在 UG NX 6.0 中的部件在 Windows 平台上有效。如果不想预览，取消选中该复选框即可。
- 文件名(N): 文本框：显示选择的部件文件，也可以输入一部件文件的路径名，路径名长度最多为 256 个字符。
- 文件类型(T): 下拉列表：用于选择文件的类型。选择了某类型后，在“打开”对话框的

列表框中仅显示该类型的文件，系统也自动地用显示在此区域中的扩展名存储部件文件。

- ☑ 使用部分加载 复选框：仅加载选择的组件，不加载未选的组件。
- 选项... ：单击此按钮，系统弹出“装配加载选项”对话框，利用该对话框可以对加载方式、加载组件和搜索路径等进行设置。

1.5.4 保存与另存文件

1. 保存文件

在 UG NX 6.0 中，选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存文件。

2. 另存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 另存为(A)... 命令，系统弹出“另存为”对话框，可以利用不同的文件名存储一个已有的部件文件作为备份。

1.5.5 关闭部件文件

选择下拉菜单 文件(F) → 关闭(C) ▸ → 选定的部件(P)... 命令，系统弹出图 1.5.3 所示的 “关闭部件”对话框，通过此对话框可以关闭选择的一个或多个打开的部件文件，也可以通过单击 所有部件(L) 按钮，关闭系统当前打开的所有部件。此方式关闭部件文件时不存储部件，它仅从工作站的内存中清除部件文件。

图 1.5.4 所示“关闭”子菜单中相关命令的说明如下。

A1：关闭当前所有的部件。

A2：以当前名称和位置保存并关闭当前显示的部件。

A3：以不同的名称和（或）不同的位置保存当前显示的部件。

A4：以当前名称和位置保存并关闭所有打开的部件。

A5：保存所有修改过的已打开部件（不包括部分加载的部件），然后退出 UG NX 6.0。



- 选择下拉菜单 文件(F) → 关闭(C) ▸ 命令后，系统弹出图 1.5.4 所示的“关闭”子菜单。
- 对于旧的 UG NX 6.0 版本中保存的部件，在新版本中加载时，系统将其作为已修改的部件来处理，因为在加载过程中进行了基本的转换，而这个转换是自动的。这意味着当从先前的版本中加载部件且未曾保存该部件，在关闭该文件时将得到一条信息，指出该部件已修改，即使根本就没有修改过文件也是如此。

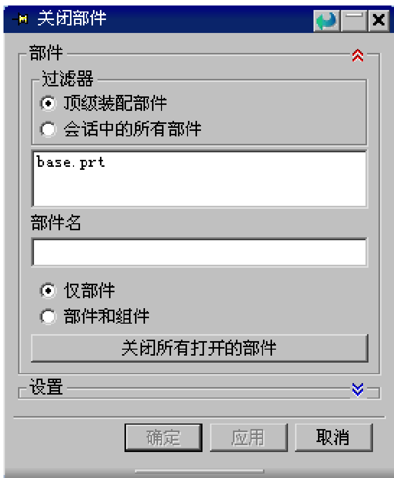


图 1.5.3 “关闭部件”对话框



图 1.5.4 “关闭”子菜单

1.6 UG NX 6.0 基本操作工具

1.6.1 坐标系

UG NX 6.0 中有三种坐标系：绝对坐标系、工作坐标系和基准坐标系。在使用软件的过程中经常要用到坐标系，下面对这三种坐标系作简单的介绍。

1. 绝对坐标系（ACS）

绝对坐标系是原点在（0,0,0）的坐标系，是固定不变的。

2. 工作坐标系（WCS）

工作坐标系包括坐标原点和坐标轴，如图 1.6.1 所示。它的轴通常是正交的（即相互间为直角），并且遵守右手定则。



- 工作坐标系不受修改操作（删除、平移等）的影响，但允许非修改操作，如隐藏和分组。
- UG NX 6.0 的部件文件可以包含多个坐标系，但是其中只有一个是 WCS。
- 用户可以随时挑选一个坐标系作为 WCS。系统用 XC、YC 和 ZC 表示工作坐标系的坐标。工作坐标系的 XC-YC 平面称为工作平面。

3. 基准坐标系（CSYS）

基准坐标系由单独的可选组件组成，如图 1.6.2 所示。

- 整个 CSYS。
- 三个基准平面。
- 三个基准轴。
- 原点。

可在 CSYS 中选择单个基准平面、基准轴或原点。可隐藏 CSYS 以及其单个组成部分。



a）俯视图　　b）正二侧视图

图 1.6.1　工作坐标系（WCS）

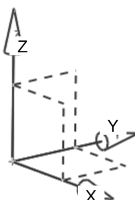


图 1.6.2　基准坐标系（CSYS）

4. 右手定则

- 常规的右手定则。

如果坐标系的原点在右手掌，拇指向上延伸的方向对应于某个坐标轴的方向，则可以利用常规的右手定则确定其他坐标轴的方向。例如，如图 1.6.3 所示，假设拇指指向 ZC 轴的正方向，食指伸直的方向对应于 XC 轴的正方向，中指向外延伸的方向则为 YC 轴的正方向。

- 旋转的右手定则。

旋转的右手定则用于将矢量和旋转方向关联起来。

当拇指伸直并且与给定的矢量对齐时，则弯曲的其他四指就能确定该矢量关联的旋转方向。反过来，当弯曲手指表示给定的旋转方向时，则伸直的拇指就确定关联的矢量。

例如，如图 1.6.4 所示，如果要确定当前坐标系的旋转逆时针方向，那么拇指就应该与 ZC 轴对齐，并指向其正方向，此时逆时针方向即为四指从 XC 轴正方向向 YC 轴正方向旋转。

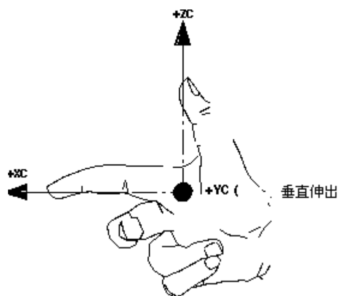


图 1.6.3　常规的右手定则

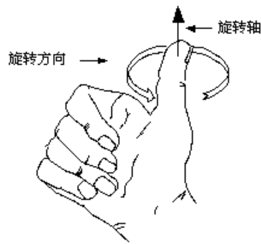


图 1.6.4　旋转的右手定则

1.6.2　矢量构造器

在建模的过程中，矢量的应用十分广泛，如对定义对象的高度方向、投影方向和回转中心轴等进行设置。

图 1.6.5 所示“矢量”对话框的类型下拉列表中各选项的功能说明如下。

- 自动判断的矢量：可以根据选取的对象自动判断所定义矢量的类型。
- 两点：利用空间两点创建一个矢量，矢量方向为由第一点指向第二点。
- 与 XC 成一角度：用于在 XC-YC 平面上创建与 XC 轴成一定角度的矢量。

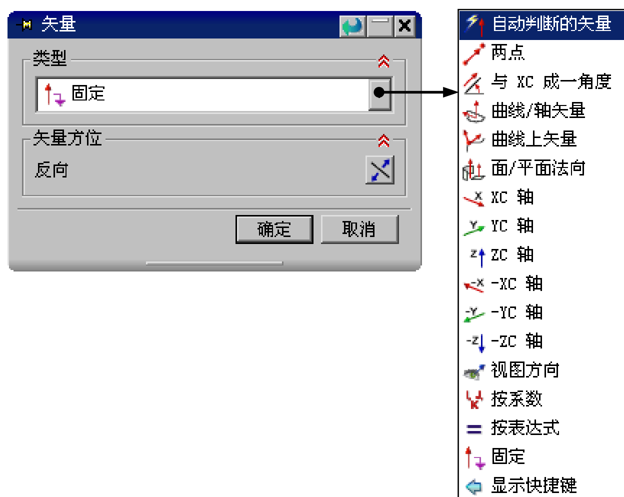


图 1.6.5　“矢量”对话框

- 曲线/轴矢量：通过选取曲线上某点的切向矢量来创建一个矢量。
- 曲线上矢量：在曲线上的任一点指定一个与曲线相切的矢量。可按照圆弧长或百分比圆弧长指定位置。
- 面/平面法向：用于创建与实体表面（必须是平面）法线或圆柱面的轴线平行的矢量。
- XC 轴：用于创建与 XC 轴平行的矢量。注意这里的“与 XC 轴平行的矢量”不是 XC 轴。例如，在定义回转特征的回转轴时，如果选择此项，只是表示回转轴的方向与 XC 轴平行，并不表示回转轴就是 XC 轴，所以这时要完全定义回转轴还必须再选取一点定位回转轴。下面五项与此相同。
- YC 轴：用于创建与 YC 轴平行的矢量。

- ◆ ZC 轴：用于创建与 ZC 轴平行的矢量。
- ◆ -XC 轴：用于创建与-XC 轴平行的矢量。
- ◆ -YC 轴：用于创建与-YC 轴平行的矢量。
- ◆ -ZC 轴：用于创建与-ZC 轴平行的矢量。
- ◆ 视图方向：指定与当前工作视图平行的矢量。
- ◆ 按系数：按系数指定一个矢量。
- ◆ 按表达式：使用矢量类型的表达式来指定矢量。
- ◆ 固定：将当前的矢量固定。

创建矢量有两种方法，下面分别介绍。

方法一：

利用“矢量”对话框中的按钮创建矢量，共有 16 种方式。

方法二：

输入矢量的各分量值创建矢量。使用该方式需要确定矢量分量的表达方式。UG NX 6.0 提供了下面两种坐标系。

- ◆ 笛卡尔坐标系：用矢量的各分量来确定直角坐标，即在“矢量构造器”对话框的 I、J 和 K 文本框中输入矢量的各分量值来创建矢量。
- ◆ 球坐标系坐标系：选中球形单选项后，矢量坐标分量为球形坐标系的两个角度值，其中 Phi 是矢量与 X 轴的夹角，Theta 是矢量在 XC-YC 面内的投影与 ZC 轴的夹角，通过在文本框中输入角度值，定义矢量方向。

第 2 章　二维草图的绘制

2.1　进入与退出草图绘制环境

1. 进入草图绘制环境的操作方法

步骤 01　打开 UG NX 6.0 后，选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令（或单击“新建”按钮），系统弹出“新建”对话框，在 模板 选项卡中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名（例如：modell.prt），在 文件夹 文本框中输入模型的保存目录，然后单击 确定 按钮，进入 UG NX 6.0 建模环境。

步骤 02　选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令（或单击“草图”按钮），系统弹出“创建草图”对话框，采用默认的草图平面，单击该对话框中的 确定 按钮，系统进入草图环境。

2. 定义草图平面

进入草图工作环境以后，在创建新草图之前，一个特别要注意的事项就是要为新草图选择草图平面，也就是要确定新草图在三维空间的放置位置。草图平面是草图所在的某个空间平面，它可以是基准平面，也可以是实体的某个表面。

“创建草图”对话框的作用就是用于选择草图平面，利用“创建草图”对话框选择某个平面作为草图平面，然后单击 < 确定 > 按钮予以确认。

“创建草图”对话框的说明如下。

◆ 类型 区域。

- 在平面上：选取该选项后，用户可以在绘图区选择任意平面为草图平面（此选项为系统默认选项）。
- 基于路径：选取该选项后，系统在用户指定的曲线上建立一个与该曲线垂直的平面作为草图平面。

◆ 草图平面 区域。

- 现有的平面：选取该选项后，用户可以选择基准面或者图形中现有的平面作为草图平面。进入草图环境后，系统默认的平面为 XY 平面，单击 确定 按钮后，系统默认 XY 平面为草图平面。

- 创建平面：选取该按钮后，用户可以通过“平面”按钮创建一个基准面作为草图平面。
- 创建基准坐标系：选取该按钮后，可通过“创建基准坐标系”按钮创建一个坐标系，用户可以选取该坐标系中的基准面作为草图平面。
- （反向）：单击该按钮可以切换基准轴法线的方向。

◆ 草图方位区域。

- 水平：选取该选项后，用户可定义参考平面与草图平面的位置关系为水平。
- 竖直：选取该选项后，用户可定义参考平面与草图平面的位置关系为竖直。

3. 退出草图绘制环境的操作方法

单击完成草图按钮，退出草图绘制环境。

4. 直接草图工具

在 UG NX 6.0 中，系统还提供了另一种草图创建的环境——直接草图，进入直接草图环境的具体操作步骤如下。

步骤 01 新建模型文件，进入 UG NX 6.0 建模环境。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令（或单击“直接草图”工具栏中的“草图”按钮），系统弹出“创建草图”对话框，选择 XY 平面为草图平面，单击该对话框中的 < 确定 > 按钮，系统进入直接草图环境，此时可以使用屏幕下方的“草图工具”工具条（图 2.1.1）绘制草图。

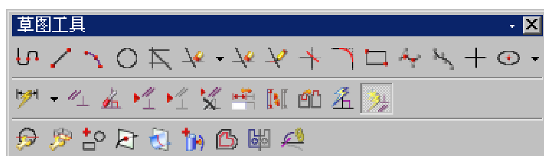


图 2.1.1 “草图工具”工具条

步骤 03 单击工具栏中的“完成草图”按钮完成草图，即可退出直接草图环境。



◆ “草图工具”工具条创建的草图，在部件导航器中同样会显示为一个独立的特征，也能作为特征的截面草图使用。此方法本质上与“任务环境中的草图”没有区别，只是实现方式较为“直接”。

- 在“直接草图”创建环境中，系统不会自动将草图平面与屏幕对齐，需要将草图平面旋转到大致与屏幕对齐的位置，然后使用快捷键 F8 对齐草图平面。
- 单击“草图工具”工具条中的“草图”按钮，系统即可进入“草图”环境。
- 在三维建模环境下，双击已绘制的草图也能进入直接草图环境。
- 为保证内容的一致性，本书中的草图均以“任务环境中的草图”来创建。

2.2 用户自定义草图工具条

进入草图环境后，屏幕上会出现图 2.2.1 所示绘制草图时所需要的“草图工具”工具条。

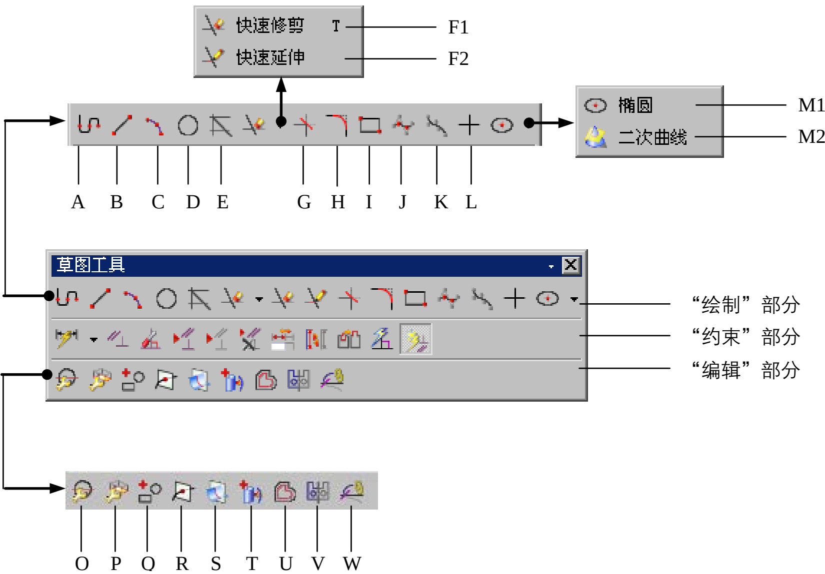


图 2.2.1 “草图工具”工具条

图 2.2.1 所示“草图工具”工具条中各工具按钮的说明如下。

A（轮廓线）：单击该按钮，可以创建一系列相连的直线或线串模式的圆弧，即上一条曲线的终点作为下一条曲线的起点。

B（直线）：绘制直线。

C（圆弧）：绘制圆弧。

D（圆）：绘制圆。

E（派生直线）：单击该按钮，则可以从已存在的直线复制得到新的直线。

F1（快速修剪）：单击该按钮，则可将一条曲线修剪至任一方向上最近的交点。如果曲线没有交点，可以将其删除。

F2（快速延伸）：快速延伸曲线到最近的边界。

G（制作拐角）：延伸或修剪两条曲线到一个交点处创建制作拐角。

H（圆角）：在两曲线间创建圆角。

I（矩形）：绘制矩形。

J（艺术样条）：通过定义点或者极点来创建样条曲线。

K（拟合样条）：通过已经存在的点创建样条曲线。

L（点）：绘制点。

M1（椭圆）：根据中心点和尺寸创建椭圆。

M2（二次曲线）：创建二次曲线。

R（交点）：在曲线和草图平面之间创建一个交点。

Q（添加现有曲线）：将现有的共面曲线和点添加到草图中。

U（偏置曲线）：偏置位于草图平面上的曲线链。

V（镜像曲线）：通过现有的草图，创建草图几何的副本。

其中常用工具条有“草图约束”工具条和“草图曲线”工具条，对于它们中的按钮的具体用法，下面会详细介绍。还有很多按钮在界面上没有显示，需要进行添加，操作步骤如下。

步骤 01 单击工具条中的工具条选项按钮，如图 2.2.2 所示，弹出添加或移除按钮按钮。

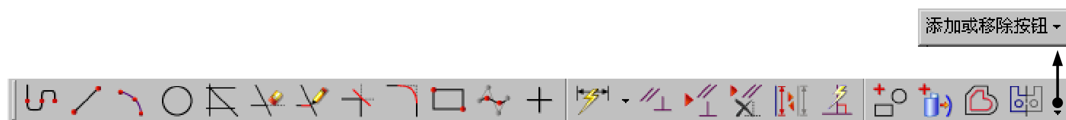


图 2.2.2　草图工具

步骤 02 添加工具按钮。单击添加或移除按钮按钮，弹出一个下拉菜单，把鼠标移到相应的菜单命令（一般是在窗口中已经打开的工具条的名称），会在后面显示出菜单命令所对应的工具按钮，选择相应命令可以对按钮进行显示\隐藏操作。

步骤 03 添加工具条。在弹出的下拉菜单中有定制(Z)...命令，选择此命令，系统弹出

“定制”对话框，在该对话框的“工具条”选项卡中可以添加或删除相应的工具条。

2.3 草图绘制工具

若要绘制草图，则应首先从草图环境的工具条按钮区或 插入(S) → 曲线(C) 下拉菜单中选取一个绘图命令（由于工具条按钮简明而快捷，所以推荐优先使用），然后可通过在图形区选取点来创建对象。在绘制对象的过程中，当移动鼠标指针时，系统会自动确定可添加的约束并将其显示。绘制对象后，用户还可以对其继续添加约束。

在本节中主要介绍利用“草图曲线”工具条来创建草图对象。

草图环境中使用鼠标的作用说明如下。

- 绘制草图时，可以在图形区单击以确定点，单击中键中止当前操作或退出当前命令。
- 当不处于草图绘制状态时，单击可选取多个对象；选择对象后，右击将弹出带有最常用草图命令的快捷菜单。
- 滚动鼠标中键，可以缩放模型（该功能对所有模块都适用）：向前滚，模型缩小；向后滚，模型变大。
- 按住鼠标中键，移动鼠标，可旋转模型（该功能对所有模块都适用）。
- 首先按住键盘上的 Shift 键，然后按住鼠标中键，移动鼠标，可移动模型（该功能对所有模块都适用）。

2.3.1 直线

步骤 01 进入草图环境以后，采用默认的平面（XY 平面）为草图平面，单击 确定 按钮。

- 进入草图工作环境以后，如果是创建新草图，则首先必须选取草图平面，也就是要确定新草图在空间的哪个平面上绘制。
- 以后在创建新草图时，如果没有特别的说明，则草图平面为默认的 XY 平面。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线(L)... 命令，系统弹出图 2.3.1 所示的“直线”工具条。

图 2.3.1 所示“直线”工具条的说明如下。

- XY（坐标模式）：选中该按钮（默认），系统弹出图 2.3.2 所示的动态输入框（一），可以通过输入 XC 和 YC 的坐标值来精确绘制直线，坐标值以工作坐标系（WCS）

为参照。要在动态输入框的选项之间切换，可按 Tab 键。要输入值，可在文本框内输入值，然后按 Enter 键。

- （参数模式）：选中该按钮，系统弹出图 2.3.3 所示的动态输入框（二），可以通过输入长度值和角度值来绘制直线。

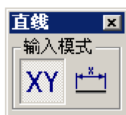


图 2.3.1　“直线”工具条



图 2.3.2　动态输入框（一）

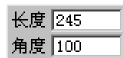


图 2.3.3　动态输入框（二）

步骤 03　定义直线的起始点。在系统 选择直线的第一点 的提示下，在图形区中的任意位置单击左键，以确定直线的起始点，此时可看到一条“橡皮筋”线附着在鼠标指针上。



系统提示 选择直线的第一点 显示在消息区，有关消息区的具体介绍请参见“用户界面简介”的相关内容。

步骤 04　定义直线的终止点。在系统 选择直线的第二点 的提示下，在图形区中的另一位置单击左键，以确定直线的终止点，系统便在两点间创建一条直线（在终点处再次单击，在直线的终点处出现另一条“橡皮筋”线）。

步骤 05　单击中键，结束直线创建。

- 直线的精确绘制可以利用动态输入框实现，其他曲线的精确绘制也一样。
- “橡皮筋”是指操作过程中的一条临时虚构线段，它始终是当前鼠标光标的中心点与前一个指定点的连线。因为它可以随着光标的移动而拉长或缩短并可绕前一点转动，所以我们形象地称为“橡皮筋”。
- 在绘制或编辑草图时，单击“标准”工具条上的按钮，可撤销上一个操作；单击按钮（或者选择下拉菜单 编辑(E) → 重做(R) 命令），可以重新执行被撤消的操作。

2.3.2　轮廓线

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 轮廓(O)... 命令，系统弹出图 2.3.4 所示的“轮廓”工具条。



图 2.3.4　“轮廓”工具条

绘制轮廓线的说明。

◆ 轮廓线与直线的区别在于轮廓线可以绘制连续的对象，如图 2.3.5 所示。
◆ 绘制时，按下、拖动并释放鼠标左键，直线模式将变为圆弧模式，如图 2.3.6 所示。
◆ 利用动态输入框可以绘制精确的轮廓线。

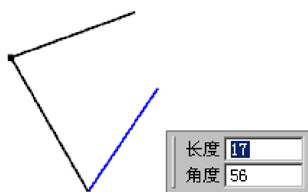


图 2.3.5 绘制连续的对象

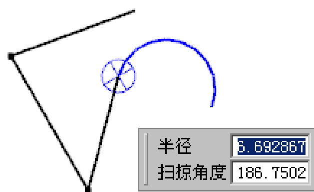


图 2.3.6 用“轮廓线”命令绘制弧

2.3.3 矩形

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 矩形(R)... 命令（或单击“矩形”按钮），系统弹出图 2.3.7 所示的“矩形”工具条，可以在草图平面上绘制矩形。在绘制草图时，使用该命令可省去绘制四条线段的麻烦。共有三种绘制矩形的方法，下面将分别介绍。

方法一：用 2 点——通过选取两对角点来创建矩形，其一般操作步骤如下。

步骤 01 选择方法。选中“用 2 点”按钮。

步骤 02 定义第一个角点。在图形区某位置单击，放置矩形的第一个角点。

步骤 03 定义第二个角点。单击 XY 按钮，再次在图形区另一位置单击，放置矩形的另一个角点。

步骤 04 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 2.3.8 所示。

方法二：用 3 点——通过选取三个顶点来创建矩形，其一般操作步骤如下。

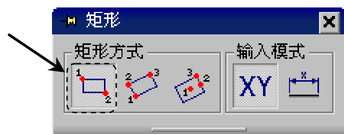


图 2.3.7 “矩形”工具条

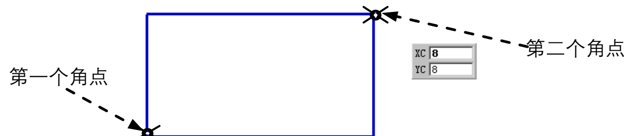


图 2.3.8 两点方式

步骤 01 选择方法。单击“用 3 点”按钮。

步骤 02 定义第一个顶点。在图形区某位置单击，放置矩形的第一个顶点。

步骤 03 定义第二个顶点。单击 XY 按钮，在图形区另一位置单击，放置矩形的第二个顶点（第一个顶点和第二个顶点之间的距离即矩形的宽度），此时矩形呈“橡皮筋”样变化。

步骤 04 定义第三个顶点。单击 XY 按钮，再次在图形区单击，放置矩形的第三个顶点（第

二个顶点和第三个顶点之间的距离即矩形的高度）。

步骤 05 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 2.3.9 所示。

方法三：从中心——通过选取中心点、一条边的中点和顶点来创建矩形，其一般操作步骤如下。

步骤 01 选择方法。单击“从中心”按钮。

步骤 02 定义中心点。在图形区某位置单击，放置矩形的中心点。

步骤 03 定义第二个点。单击 XY 按钮，在图形区另一位置单击，放置矩形的第二个点（一条边的中点），此时矩形呈“橡皮筋”样变化。

步骤 04 定义第三个点。单击 XY 按钮，再次在图形区单击，放置矩形的第三个点。

步骤 05 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 2.3.10 所示。

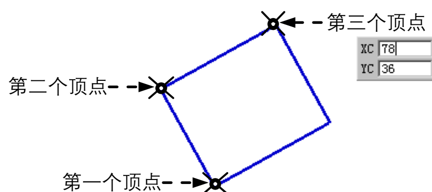


图 2.3.9　三点方式

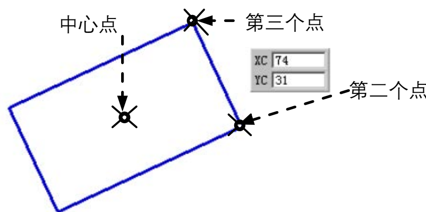


图 2.3.10　从中心方式

2.3.4　圆

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆(C)... 命令（或单击工具条中的“圆”按钮），系统弹出图 2.3.11 所示的“圆”工具条，有以下两种绘制圆的方法。

方法一：中心和半径决定的圆——通过选取中心点和圆上一点来创建圆。其一般操作步骤如下。

步骤 01 选择方法。选中“中心和半径决定的圆”按钮。

步骤 02 定义圆心。在系统 选择圆的中心点 的提示下，在某位置单击，放置圆的中心点。

步骤 03 定义圆的半径。在系统 在圆上选择一个点 的提示下，拖动鼠标至另一位置，单击确定圆的大小。

步骤 04 单击中键，结束圆的创建。

方法二：通过三点决定的圆——通过确定圆上的三个点来创建圆。

2.3.5　圆弧

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆弧(A)... 命令，系统弹出图 2.3.12 所示的“圆弧”工具条。有以下两种绘制圆弧的方法。



图 2.3.11 “圆”工具条



图 2.3.12 “圆弧”工具条

方法一：通过三点的圆弧——确定圆弧的两个端点和弧上的一个附加点来创建一个三点圆弧。其一般操作步骤如下。

步骤 01 选择方法。选中“三点定圆弧”按钮。

步骤 02 定义端点。在系统 选择圆弧的起点 的提示下，在图形区中的任意位置单击左键，以确定圆弧的起点；在系统 选择圆弧的终点 的提示下，在另一位置单击，放置圆弧的终点。

步骤 03 定义附加点。在系统 在圆弧上选择一个点 的提示下，移动鼠标，圆弧呈“橡皮筋”样变化，在图形区另一位置单击以确定圆弧。

步骤 04 单击中键，完成圆弧的创建。

方法二：用中心和端点确定圆弧。其一般操作步骤如下。

步骤 01 选择方法。选中“中心和端点定圆弧”按钮。

步骤 02 定义圆心。在系统 选择圆弧的中心点 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧中心点。

步骤 03 定义圆弧的起点。在系统 选择圆弧的起点 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的起点。

步骤 04 定义圆弧的终点。在系统 选择圆弧的终点 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的终点。

步骤 05 单击中键，结束圆弧的创建。

2.3.6 圆角

选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 圆角(F)... 命令（或单击“圆角”按钮），可以在指定两条或三条曲线之间创建一个圆角。系统弹出图 2.3.13 所示的“创建圆角”工具条。该工具条中包括四个按钮：“修剪”按钮、“取消修剪”按钮、“删除第三条曲线”按钮和“创建备选圆角”按钮。

创建圆角的一般操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ ugsc60\work\ch02.03.06\round_corner.prt。

步骤 02 双击草图，选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 圆角(F)... 命令。选中“修剪”按钮。

步骤 03 定义圆角曲线。单击选择图 2.3.14 所示的两条直线。

步骤 04 定义圆角半径。拖动鼠标至适当位置，单击确定圆角的大小（或者在动态输入框中输入圆角半径，以确定圆角的大小）。

步骤 05 单击中键，结束圆角的创建。



- 如果选中“取消修剪”按钮，则绘制的圆角如图 2.3.15 所示。
- 如果选中“创建备选圆角”按钮，则可以生成每一种可能的圆角（或按 Page Down 键选择所需的圆角），如图 2.3.16 和图 2.3.17 所示。

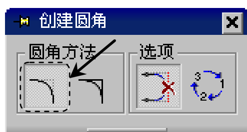


图 2.3.13 “创建圆角”工具条

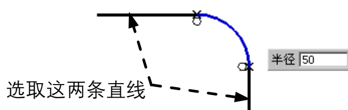


图 2.3.14 “修剪”的圆角

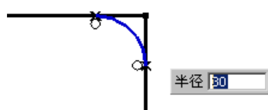


图 2.3.15 “取消修剪”的圆角



图 2.3.16 “创建备选圆角”的选择（一）

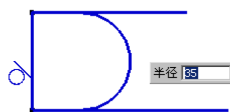


图 2.3.17 “创建备选圆角”的选择（二）

2.3.7 椭圆

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 椭圆(E)... 命令，可以在指定位置创建一个椭圆。下面具体介绍创建椭圆的一般操作过程。

步骤 01 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 椭圆(E)... 命令，系统弹出“椭圆”对话框。

步骤 02 定义椭圆中心点。在图形区任意位置单击以确定椭圆中心点。

步骤 03 定义椭圆半径。在对话框的 大半径 文本框中输入大半径值 100，在 小半径 文本框中输入小半径值 50。

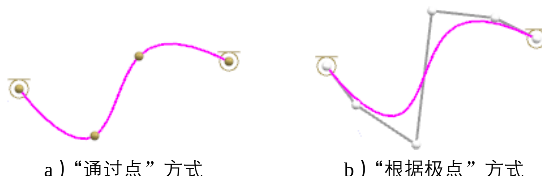
步骤 04 单击对话框中的 < 确定 > 按钮，完成椭圆的创建。

2.3.8 艺术样条曲线

艺术样条曲线是指利用给定的若干个点拟合出的多项式曲线，样条曲线采用的是近似的拟合方法，但可以很好地满足工程需求，因此得到了较为广泛的应用。下面通过创建图 2.3.18a

所示的曲线来说明创建艺术样条曲线的一般过程。

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。



a)“通过点”方式　　b)“根据极点”方式

图 2.3.18　创建艺术样条曲线

步骤 02 选择方法。在“艺术样条”对话框中选择 (通过点)选项，依次在图 2.3.18a 所示的各点位置单击，系统生成图 2.3.18a 所示的“通过点”方式创建的样条曲线。



如果在“艺术样条”对话框的 类型 下拉列表中选择 (根据极点)选项，依次在图 2.3.18b 所示的各点位置单击，系统则生成图 2.3.18b 所示的“根据极点”方式创建的样条曲面。

步骤 03 在“艺术样条”对话框中单击 确定 按钮(或单击中键)，完成样条曲线的创建。

2.4　来自曲线集的曲线

2.4.1　偏置曲线

“偏置曲线”就是对当前草图中的曲线进行偏移，从而产生与源曲线相关联、形状相似的新的曲线。可偏移的曲线包括基本绘制的曲线、投影曲线、边缘曲线等。创建图 2.4.1 所示的偏置曲线的具体步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ ugsc60\work\ch02.04.01\offset.prt。

步骤 02 双击草图，单击 按钮，进入草图环境。

步骤 03 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 来自曲线集的曲线(F) ➡ 偏置曲线(V)... 命令，系统弹出“偏置曲线”对话框。

步骤 04 定义偏置曲线。在图形区选取图 2.4.1a 所示的草图为参照。

步骤 05 定义偏置参数。在 距离 后的文本框中输入偏置距离值 5.0，选中 ☑ 创建尺寸 复选框。

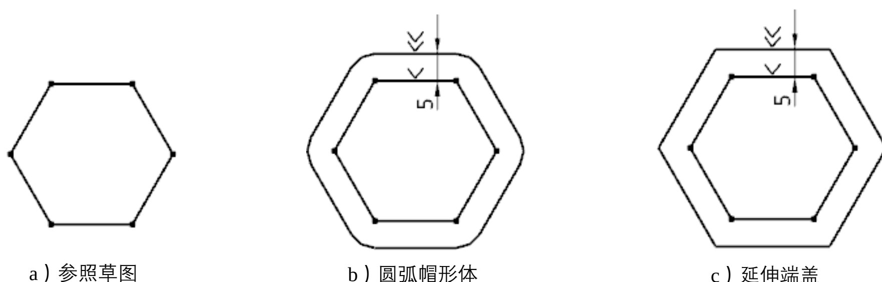
步骤 06 定义端盖选项。在端盖选项下拉列表中选择延伸端盖选项。



单击“偏置曲线”对话框中的按钮改变偏置的方向。

“偏置曲线”对话框端盖选项下拉列表中各选项说明如下。

- 圆弧帽形体：该选项用于偏置曲线在拐角处自动进行圆角过渡（图 2.4.1b）。
- 延伸端盖：该选项用于偏置曲线在拐角处不会生成圆角（图 2.4.1c）。



a）参照草图　　b）圆弧帽形体　　c）延伸端盖

图 2.4.1　偏置曲线的创建

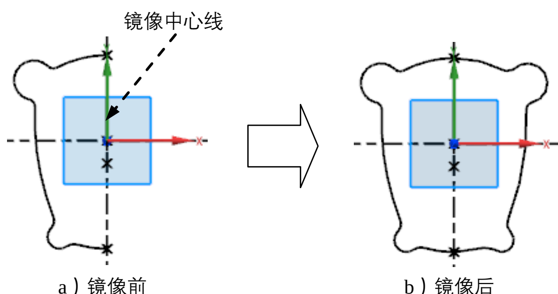
2.4.2　镜像草图

镜像操作是将草图对象以一条直线为对称中心，将所选取的对象以这条对称中心为轴进行复制，从而生成新的草图对象。镜像复制的对象与原对象形成一个整体，并且保持相关性。“镜像”操作在绘制对称图形时是非常有用的。下面以图 2.4.2 所示的实例来说明“镜像”的一般操作步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch02.04.02\mirror.prt，如图 2.4.2a 所示。

步骤 02 双击草图，单击按钮，进入草图环境。

步骤 03 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 镜像曲线(M)... 命令，系统弹出图 2.4.3 所示的“镜像曲线”对话框。



a）镜像前　　b）镜像后

图 2.4.2　镜像操作

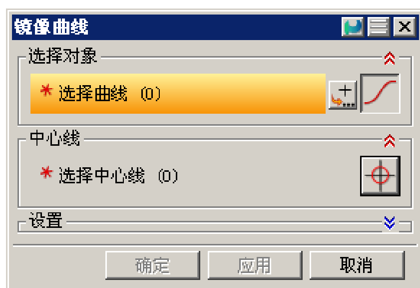


图 2.4.3　“镜像曲线”对话框

步骤 04 定义镜像对象。在“镜像曲线”对话框中单击“曲线”按钮，选取图形区中的所有草图曲线。

步骤 05 定义中心线。单击“镜像曲线”对话框中的“中心线”按钮，选取坐标系的 Y 轴作为镜像中心线。

步骤 06 单击 < 确定 > 按钮，完成镜像操作，结果如图 2.4.2b 所示。

图 2.4.3 所示“镜像曲线”对话框中各选项的功能说明如下。

- ◆ (镜像中心线)：用于选择存在的直线或轴作为镜像的中心线。选择草图中的直线作为镜像中心线时，所选的直线会变成参考线，暂时失去作用。如果要将其转化为一般草图对象，可用“草图约束”工具条中的“转换为参考的/激活的”功能。
- ◆ (要镜像的曲线)：用于选择一个或多个要镜像的草图对象。在选取镜像中心线后，用户可以在草图中选取要进行“镜像”操作的草图对象。

2.4.3　派生直线

派生直线的绘制是将现有的参考直线偏置生成另外一条直线，或者通过选择两条参考直线，可以在此两条直线之间创建角平分线。

选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 派生直线(I)... 命令，可绘制派生直线，其一般操作步骤如下。

步骤 01 进入草绘环境后，选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 派生直线(I)... 命令。

步骤 02 定义参考直线。单击选取直线为参考。

步骤 03 定义派生直线的位置。拖动鼠标至另一位置单击，以确定派生直线的位置。

步骤 04 单击中键，结束派生直线的创建，结果如图 2.4.4 所示。

- ◆ 如需要偏置多条直线，可以在上述步骤中，在图形区合适的位置继续单击，然后单击中键完成，结果如图 2.4.5 所示。
- ◆ 如果选择两条平行线时，系统会在这两条平行线的中点处创建一条直线。可以通过拖动鼠标以确定直线长度，也可以在动态输入框中输入值，如图 2.4.6 所示。

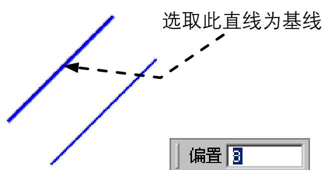


图 2.4.4　直线的偏置（一）

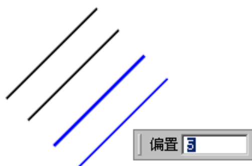


图 2.4.5　直线的偏置（二）

◆ 如果选择两条不平行的直线时（不需要相交），系统将构造一条角平分线。可以通过拖动鼠标以确定直线长度（或在动态输入框中输入一个值），也可以在成角度两条直线的任意象限放置平分线，如图 2.4.7 所示。

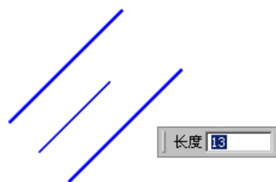


图 2.4.6 派生两平行线中间的直线

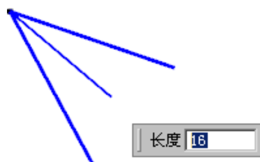


图 2.4.7 派生角平分线

2.5 处方曲线

2.5.1 相交

“相交曲线”命令可以通过用户指定的面与草图基准平面相交产生一条曲线。下面以图 2.5.1 所示的模型为例，讲解相交曲线的操作步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ ugsc60\work\ch02.05.01\intersect01.prt。

步骤 02 进入草图环境。单击按钮，系统弹出“草图”对话框，接受系统默认的草图平面，单击该对话框中的 确定 按钮，进入草图状态。

步骤 03 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 处方曲线(U) → 相交曲线(U)... 命令（或单击“相交曲线”按钮），系统弹出图 2.5.2 所示的“相交曲线”对话框。

步骤 04 选取要相交的面。选取图 2.5.1a 所示的模型表面为要相交的面，即产生图 2.5.1b 所示的相交曲线，接受默认的 距离公差 和 角度公差 值。

步骤 05 单击“相交曲线”对话框中的 确定 按钮，完成相交曲线的创建。

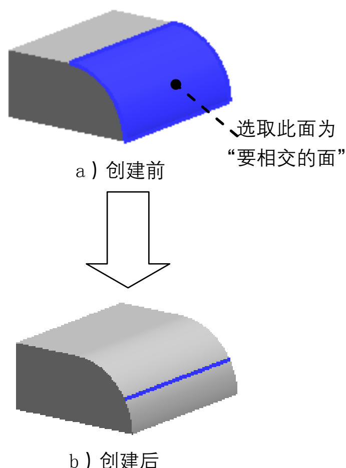


图 2.5.1 相交操作

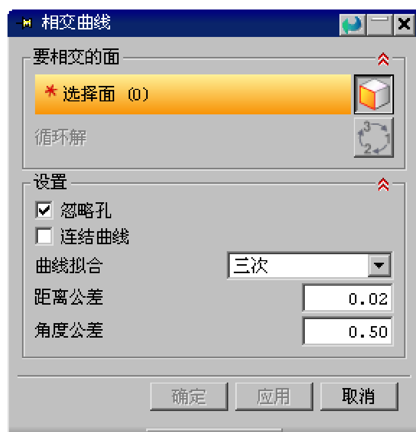


图 2.5.2 “相交曲线”对话框

图 2.5.2 所示的“相交曲线”对话框中各工具按钮的功能说明如下。

◆ （面）：用于选择草图相交的面。

◆ 忽略孔选项：当选取的“要相交的面”上有孔特征时，勾选此复选框后，系统会在曲线遇到的第一个孔处停止相交曲线。

◆ 连结曲线选项：用于多个“相交曲线”之间的连结。勾选此复选框后，系统会自动将多个相交曲线连结成一个整体。

2.5.2 投影

“投影曲线”功能是将选取的对象按垂直于草图工作平面的方向投影到草图中，使之成为草图对象。创建图 2.5.3 所示的投影曲线的步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ ugsc60\work\ch02.05.02\projection.prt。

步骤 02 进入草图环境。单击按钮，选择图 2.5.3a 所示的平面作为草图平面，单击 确定 按钮。

步骤 03 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 处方曲线(U) → 投影曲线(J)... 命令（或单击“投影”按钮），系统弹出图 2.5.4 所示的“投影曲线”对话框。

步骤 04 定义要投影的对象。在“投影曲线”对话框中单击“曲线”按钮，选择图 2.5.3a 所示的曲线为投影对象。

步骤 05 单击 确定 按钮（或鼠标中键），完成对象的投影，结果如图 2.5.3b 所示。

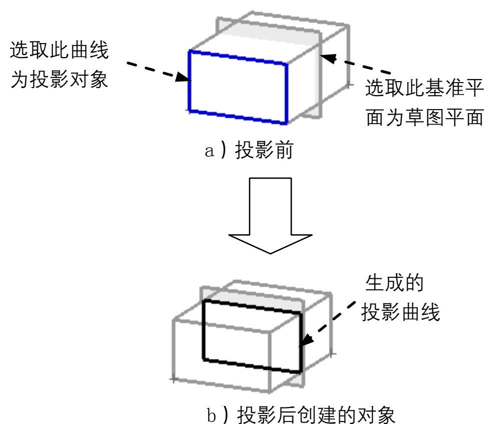


图 2.5.3 投影操作

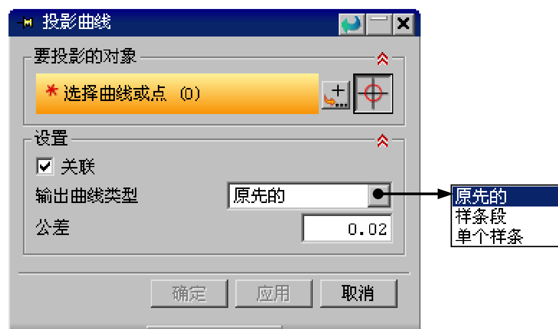


图 2.5.4 “投影曲线”对话框

图 2.5.4 所示的“投影曲线”对话框中各按钮的功能说明如下。

◆ （曲线）：用于选择要投影的对象，默认情况下为按下状态。

◆ （点）：单击该按钮后，系统将弹出“点”对话框。

◆ 关联 复选框：定义投影曲线与投影对象之间的关联性。选中该复选框后，投影曲线与投影对象将存在关联性。即投影对象发生改变时，投影曲线也随之改变。

◆ 输出曲线类型 下拉列表：该下拉列表包括 原先的 、 样条段 和 单个样条 三个选项。

第 3 章　二维草图的编辑及约束

3.1 二维草图管理

在草图绘制完成后，可通过图 3.1.1 所示的“草图”工具条来管理草图。下面简单介绍工具条中的各工具按钮功能。



图 3.1.1　“草图”工具条

1. 定向视图到草图

“定向视图到草图”按钮为 ，用于使草图平面与屏幕平行，方便草图的绘制。

2. 定向视图到模型

“定向视图到模型”按钮为 ，用于将视图定向到当前的建模视图，即在进入草图环境之前显示视图。

3. 重新附着

“重新附着”按钮为 ，该按钮有以下三个功能。

- 移动草图到不同的平面、基准平面或路径。
- 切换原位上的草图到路径上的草图，反之亦然。
- 沿着所附着到的路径，更改路径上草图的位置。



目标平面、面或路径必须有比草图更早的时间戳记（即在草图前创建）。对于原位上的草图，重新附着也会显示任意的定位尺寸，并重新定义它们参考的几何体。

4. 创建定位尺寸

利用 中的各下拉选项，可以创建、编辑、删除或重定义草图定位尺寸，并且相对于已存在几何体（边缘、基准轴和基准平面）定位草图。

单击 后的下三角箭头，会弹出图 3.1.2 所示的下拉选项，它们分别为“创建定位尺寸”按钮 、“编辑定位尺寸”按钮 、“删除定位尺寸”按钮 和“重新定义定位尺寸”

按钮。单击“创建定位尺寸”按钮，系统弹出图 3.1.3 所示的“定位”对话框，可以创建草图的定位尺寸。

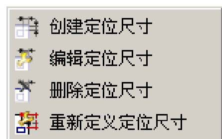


图 3.1.2 “定位草图”按钮

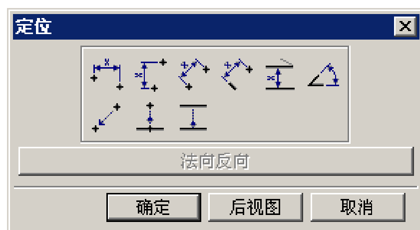


图 3.1.3 “定位”对话框

5. 延迟计算

“延迟计算”按钮为，选择该按钮后，系统将延迟草图约束的评估（即创建曲线时，系统不显示约束；指定约束时，系统不会更新几何体），直到单击“评估草图”按钮后才可查看草图自动更新的情况。

6. 更新模型

“更新模型”按钮为，用于模型的更新，以反映对草图所做的更改。如果存在要进行的更新，并且退出了草图环境，则系统会自动更新模型。

3.2 草图编辑

3.2.1 操纵草图

1. 直线的操纵

UG NX 6.0 提供了对象操纵功能，可方便地旋转、拉伸和移动对象。

操纵 1 的操作流程，如图 3.2.1 所示：在图形区，把鼠标指针移到直线端点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时直线以远离鼠标指针的那个端点为圆心转动，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.2.2 所示：在图形区，把鼠标指针移到直线上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时会看到直线随着鼠标移动，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

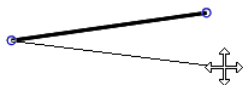


图 3.2.1 操纵 1：直线的转动和拉伸

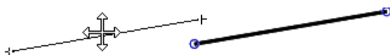


图 3.2.2 操纵 2：直线的移动

2. 圆的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.2.3 所示：把鼠标指针移到圆的边线上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时将看到圆在变大或缩小，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.2.4 所示：把鼠标指针移到圆心上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时将看到圆随着指针一起移动，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

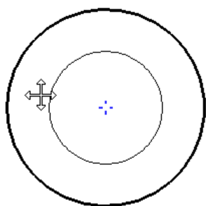


图 3.2.3 操纵 1：圆的缩放

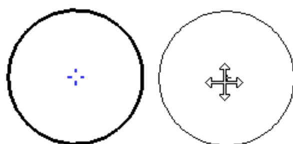


图 3.2.4 操纵 2：圆的移动

3. 圆弧的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.2.5 所示：把鼠标指针移到圆弧上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时将看到圆弧半径变大或变小，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.2.6 所示：把鼠标指针移到圆弧的某个端点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时将看到圆弧以另一个端点为固定点旋转，并且圆弧的包角也在变化，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

操纵 3 的操作流程，如图 3.2.7 所示：把鼠标指针移到圆心上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时圆弧随着指针一起移动，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

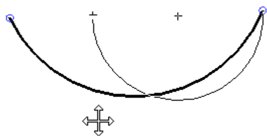


图 3.2.5 操纵 1：改变弧的半径



图 3.2.6 操纵 2：改变弧的位置

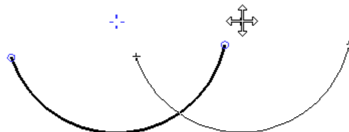


图 3.2.7 操纵 3：弧的移动

4. 样条曲线的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.2.8 所示：把鼠标指针移到样条曲线的某个端点或定位点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时样条线拓扑形状（曲率）不断变化，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.2.9 所示：把鼠标指针移到样条曲线上，按下左键不放，同

时移动鼠标，此时样条曲线随着鼠标移动，达到绘制意图后，松开鼠标左键。

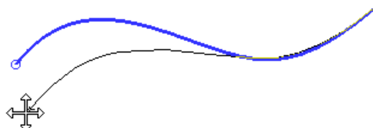


图 3.2.8　操纵 1：改变曲线的形状

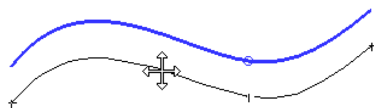


图 3.2.9　操纵 2：曲线的移动

3.2.2　删除草图

步骤 01 在图形区单击或框选要删除的对象（框选时要框住整个对象），此时可看到选中的对象变成蓝色。

步骤 02 按一下键盘上的 Delete 键，所选对象即被删除。



要删除所选的对象，还有下面四种方法。

- 在图形区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 删除(D) 命令。
- 选择 编辑(E) 下拉菜单中的 删除(D)... 命令。
- 单击“标准”工具条中的 按钮。
- 按一下键盘上的 <Ctrl + D> 组合键。

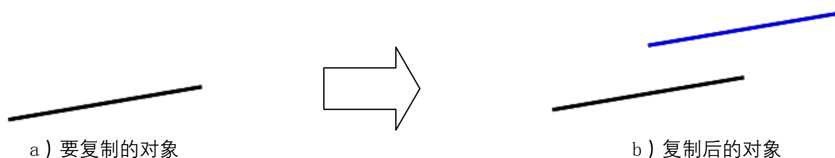


如要恢复已删除的对象，可用键盘的 <Ctrl+Z> 组合键来完成。

3.2.3　复制/粘贴

步骤 01 在图形区单击或框选要复制的对象（框选时要框住整个对象）。

步骤 02 先选择下拉菜单 编辑(E) → 复制(C) 命令，然后选择下拉菜单 编辑(E) → 粘贴(P) 命令，则图形区出现图 3.2.10 所示的对象。



a）要复制的对象　　b）复制后的对象

图 3.2.10　对象的复制

3.2.4 修剪草图

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 曲线(V) → 快速修剪(Q)... 命令。

步骤 02 定义修剪对象。依次单击图 3.2.11a 所示的需要修剪的部分。

步骤 03 单击中键。完成对象的修剪，结果如图 3.2.11b 所示。

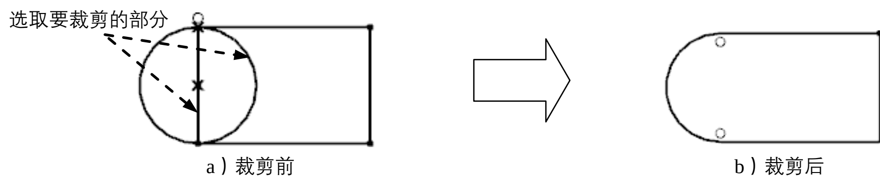


图 3.2.11 快速裁剪

3.2.5 延伸草图

步骤 01 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲线(V) → 快速延伸(X)... 命令（或单击 按钮）。

步骤 02 选择图 3.2.12a 所示的曲线，完成曲线到下一个边界的延伸，如图 3.2.12b 所示。



在延伸时，系统自动选择最近的曲线作为延伸边界。

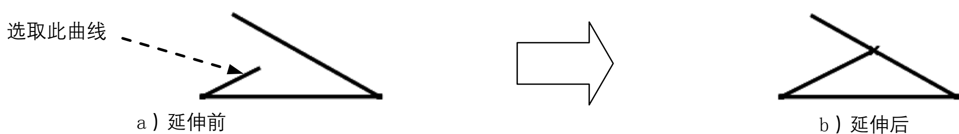


图 3.2.12 快速延伸

3.2.6 制作拐角

“制作拐角”命令是通过两条曲线延伸或修剪到公共交点来创建拐角的。此命令使用于直线、圆弧、开放式二次曲线和开放式样条等，其中开放式样条仅限修剪。创建“制作拐角”的一般操作步骤如下。

步骤 01 选择方法。选中“制作拐角”按钮 。

步骤 02 定义要制作拐角的两条曲线。选取图 3.2.13 所示的两条直线。

步骤 03 单击中键，完成制作拐角的创建。

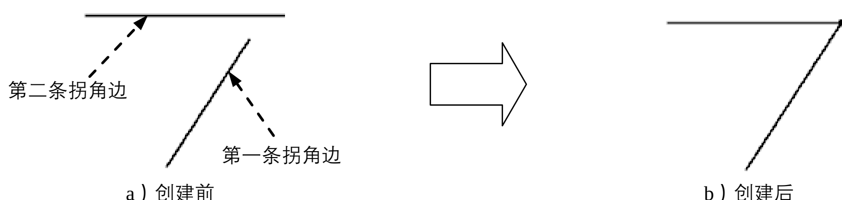


图 3.2.13 创建“制作拐角”特征

3.2.7 将草图对象转换为参考线

在为草图对象添加几何约束和尺寸约束的过程中，有些草图对象是作为基准、定位来使用的，或者有些草图对象在创建尺寸时可能引起约束冲突，此时可利用“草图工具”工具条中的“转换为参考的/激活的”按钮，将草图对象转换为参考线；当然必要时，也可利用该按钮将其激活，即从参考线转化为草图对象。下面以图 3.2.14 所示的图形为例，说明其操作方法及作用。

步骤 01 打开文件 D:\ ugsc60\work\ch03.02.07\reference.prt。

步骤 02 双击已有草图，进入草图工作环境，如图 3.2.14 所示。

步骤 03 选择下拉菜单 工具(T) → 约束(T) → 转换至/自参考对象 命令（或单击“草图工具”工具条中的“转换至/自参考对象”按钮），系统弹出图 3.2.15 所示的“转换至/自参考对象”对话框，选中 ◉ 参考 单选项。

步骤 04 根据系统 **选择要转换的曲线或尺寸** 的提示，选取图 3.2.14a 所示的圆，单击 应用 按钮，被选取的对象就转换成参考对象，结果如图 3.2.14b 所示。



如果选择的对象是曲线，它转换成参考对象后，用浅色双点画线显示，在对草图曲线进行拉伸和旋转操作中它将不起作用；如果选择的对象是一个尺寸，在它转换为参考对象后，它仍然在草图中显示，并可以更新，但其尺寸表达式在表达式列表框中将消失，它不再对原来的几何对象产生约束效应。

步骤 05 在“转换至/自参考对象”对话框中选中 ◉ 活动的 单选项，然后选取图 3.2.14b 所示创建的参考对象，单击 应用 按钮，参考对象被激活，变回图 3.2.14a 所示的形式，然后单击 取消 按钮。



对于尺寸来说，它的尺寸表达式又会出现在尺寸表达式列表框中，可修改其尺寸表达式的值，以改变它所对应的草图对象的约束效果。

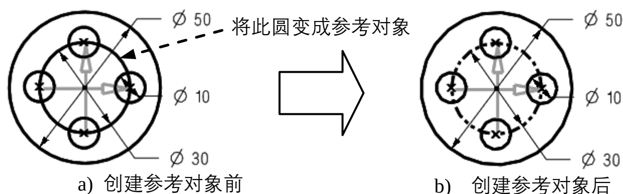


图 3.2.14　转换参考对象

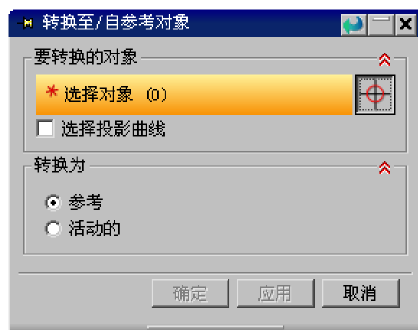


图 3.2.15　“转换至/自参考对象”对话框

3.2.8　编辑定义截面

草图曲线一般可用于拉伸、旋转和扫掠等特征的剖面，如果要改变特征截面的形状，可以通过“编辑定义线串”功能实现。图 3.2.16 所示的编辑定义截面的具体操作步骤如下。

步骤 01　打开文件 D:\ ugsc60\work\ch03.02.08\edit_section.prt。

步骤 02　在特征树中右击草图 1，在弹出的快捷菜单中选择 可回滚编辑... 命令，进入草图编辑环境。选择下拉菜单 编辑(E) → 编辑定义线串(F)... 命令，系统弹出“编辑线串”对话框（如果当前草图中没有曲线经过拉伸、旋转等操作来生成几何体，系统弹出图 3.2.17 所示“编辑定义线串”对话框中的警告信息）。

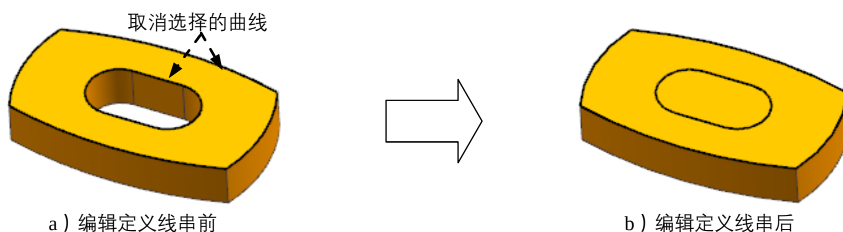


图 3.2.16　编辑定义线串



“编辑定义线串”操作只适用于经过拉伸、旋转生成特征的曲线，如果不符合此要求，此操作就不能实现。

步骤 03　按住 Shift 键，在草图中选取图 3.2.18 所示（曲线以高亮显示）的曲线的任意部分，系统则排除整个草图曲线；再选取图 3.2.18 所示的曲线（此时不用按住 Shift 键）作为新的草图截面，单击 确定 按钮。



用 Shift+左键选择要移除的对象；用左键选择要添加的对象。

步骤 04 单击 确定 按钮，完成草图截面的编辑。单击 完成草图 按钮，退出草图环境。

步骤 05 更新模型。选择下拉菜单 工具(T) → 更新(U) → 更新以获取外部更改(E) 命令。



此处如果不进行更新就无法看到编辑后的结果。

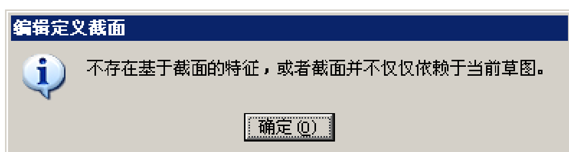


图 3.2.17 “编辑定义截面”对话框

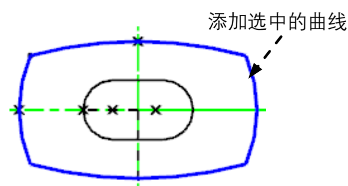


图 3.2.18 添加选中的曲线

3.3 草图中的几何约束

“草图约束”主要包括“几何约束”和“尺寸约束”两种类型。“几何约束”用来定位草图对象和确定草图对象之间的相互关系，而“尺寸约束”是用来驱动、限制和约束草图几何对象的大小和形状的。

进入草图环境后，屏幕上会出现绘制草图时所需要的“草图工具”工具条，如图 3.3.1 所示。

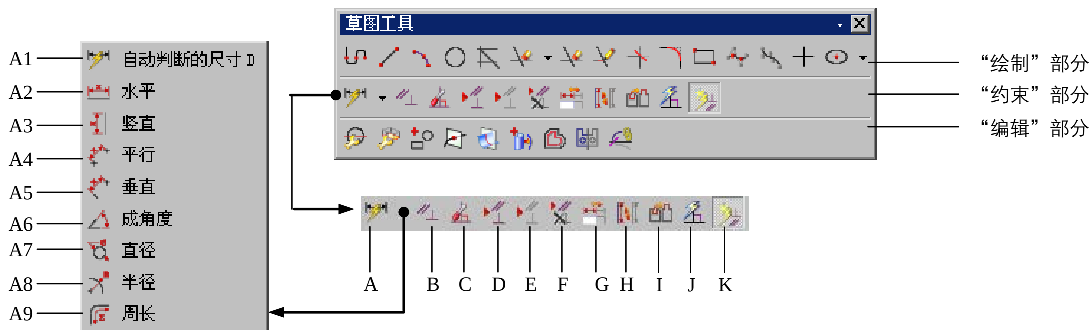


图 3.3.1 “草图工具“工具条

图 3.3.1 所示的“草图工具”工具条中“约束”部分各工具按钮的说明如下。

A1：自动判断的尺寸。通过基于选定的对象和光标的位置自动判断尺寸类型来创建尺寸约束。

A2: 水平尺寸。该按钮对所选对象进行水平尺寸约束。

A3: 竖直尺寸。该按钮对所选对象进行竖直尺寸约束。

A4: 平行尺寸。该按钮对所选对象进行平行于指定对象的尺寸约束。

A5: 垂直尺寸。该按钮对所选的点到直线的垂直距离进行垂直尺寸约束。

A6: 角度尺寸。该按钮对所选的两条直线进行角度约束。

A7: 直径尺寸。该按钮对所选的圆进行直径尺寸约束。

A8: 半径尺寸。该按钮对所选的圆进行半径尺寸约束。

A9: 周长尺寸。该按钮对所选的多个对象进行周长尺寸约束。

B: 约束。用户自己对存在的草图对象指定约束类型。

C: 设为对称。将两个点或曲线约束为相对于草图上的对称线对称。

D: 显示所有约束。显示施加到草图上的所有几何约束。

E: 自动约束。单击该按钮，系统会弹出图 3.3.2 所示的“自动约束”对话框，用于自动地添加约束。

F: 自动标注尺寸。根据设置的规则在曲线上自动创建尺寸。

G: 显示/移除约束。显示与选定的草图几何图形关联的几何约束，并移除所有这些约束或列出信息。

H: 转换至/自参考对象。将草图曲线或草图尺寸从活动转换为参考，或者反过来。下游命令（如拉伸）不使用参考曲线，并且参考尺寸不控制草图几何体。

I: 备选解。备选尺寸或几何约束解算方案。

J: 自动判断约束和尺寸。控制哪些约束或尺寸在曲线构造过程中被自动判断。

K: 创建自动判断约束。在曲线构造过程中启用自动判断约束。

在草图绘制过程中，读者可以自己设定自动约束的类型，单击“自动约束”按钮，系统弹出“自动约束”对话框（图 3.3.2），在对话框中可以设定自动约束类型。

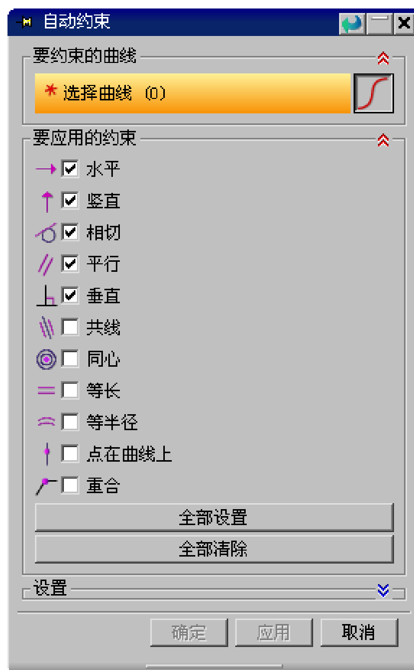


图 3.3.2 “自动约束”对话框

图 3.3.2 所示的“自动约束”对话框中所建立的都是几何约束，它们的用法如下。

◆ （水平）：约束直线为水平直线（即平行于 XC 轴）。

- （竖直）：约束直线为竖直直线（即平行于 YC 轴）。
- （相切）：约束所选的两个对象相切。
- （平行）：约束两直线互相平行。
- （垂直）：约束两直线互相垂直。
- （共线）：约束多条直线位于或通过同一直线。
- （同心）：约束多个圆弧或椭圆弧的中心重合。
- （等长）：约束多条直线为同一长度。
- （等半径）：约束多个弧有相同的半径。
- （点在曲线上）：约束所选点在曲线上。
- （重合）：约束多点重合。

在草图中，被添加完约束对象中的约束符号显示方式见表 3.3.1。

在一般绘图过程中，我们习惯于先绘制出对象的大概形状，然后通过添加“几何约束”来定位草图对象和确定草图对象之间的相互关系，再添加“尺寸约束”来驱动、限制和约束草图几何对象的大小和形状。下面先介绍如何添加“几何约束”，再介绍添加“尺寸约束”的具体方法。

表 3.3.1 约束符号列表

约束名称	约束显示符号
固定/完全固定	⊒
固定长度	⟷
水平	→
竖直	↑
固定角度	∠
等半径	⌒
相切	○
同心的	◎
中点	+-
点在曲线上	✱
垂直的	⊔
平行的	⫽
共线	///

（续）

约束名称	约束显示符号
等长度	=
重合	⌒

3.3.1 添加几何约束

在二维草图中，添加几何约束主要有两种方法：手工添加几何约束和自动产生几何约束。一般在添加几何约束时，要先单击“显示所有约束”按钮，则二维草图中所存在的所有约束都显示在图中。

方法一：手工添加约束。是指对所选对象由用户自己来指定某种约束。在“草图工具”工具条中单击按钮，系统就进入了几何约束操作状态。此时，在图形区中选择一个或多个草图对象，所选对象在图形区中会加亮显示。同时，可添加的几何约束类型按钮将会出现在图形区的左上角。

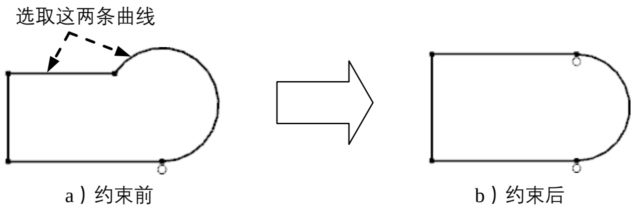
根据所选对象的几何关系，在几何约束类型中选择一个或多个约束类型，则系统会添加指定类型的几何约束到所选草图对象上，这些草图对象会因所添加的约束而不能随意移动或旋转。

下面通过图 3.3.3 所示的相切约束来说明创建约束的一般操作步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.03.01\constraint_01.prt。

步骤 02 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，单击“显示所有约束”按钮和“约束”按钮。

步骤 03 定义约束对象。根据系统**选择要创建约束的曲线**的提示，选取图 3.3.3a 所示的直线和圆，系统弹出图 3.3.4 所示的“约束”工具条。



a）约束前　　b）约束后

图 3.3.3　添加相切约束

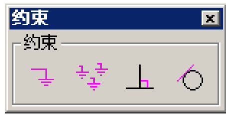


图 3.3.4　“约束”工具条

步骤 04 定义约束类型。单击按钮，则直线和圆弧之间会添加“相切”约束。

步骤 05 单击中键完成约束的创建，草图中会自动添加约束符号，如图 3.3.3b 所示。

下面通过图 3.3.5 所示的约束来说明创建多个约束的一般操作步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.03.01\constraint_02.prt。

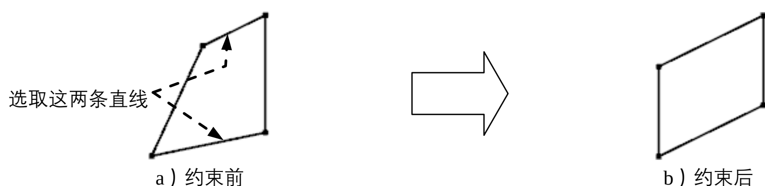


图 3.3.5 添加多个约束

步骤 02 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，单击“显示所有约束”按钮和“约束”按钮。根据系统 **选择要创建约束的曲线** 的提示，选取图 3.3.5a 所示的两条直线，系统弹出图 3.3.6 所示的“约束”工具条，单击“等长”按钮，则直线之间会添加“等长”约束，再单击选取两条直线，单击“平行”按钮，则直线之间会添加“平行”约束。

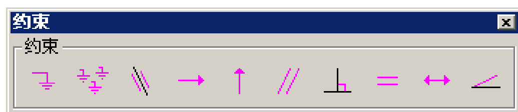


图 3.3.6 “约束”工具条

步骤 03 单击鼠标中键完成约束的创建，草图中会自动添加约束符号，如图 3.3.5b 所示。

其他类型约束的创建。与以上两个范例的创建过程相似，这里就不再赘述，读者可以自行研究。

方法二：自动产生几何约束。是指系统根据选择的几何约束类型以及草图对象间的关系，自动添加相应约束到草图对象上。一般都利用“自动约束”按钮来让系统自动添加约束。其操作步骤如下。

步骤 01 单击“约束”工具条中的“自动约束”按钮，系统弹出“自动约束”对话框。

步骤 02 在“自动约束”对话框中单击要自动创建约束的相应按钮，然后单击 确定 按钮。通常用户都选择自动创建所有的约束，这样只需在对话框中单击 全部设置 按钮，则对话框中的约束复选框全部被选中，然后单击 确定 按钮，完成自动创建约束的设置。

这样，在草图中画任意曲线，系统会自动添加相应的约束，而系统没有自动添加的约束就需要用户利用手工添加约束的方法来自己添加。

3.3.2 显示/移除约束

“显示/移除约束”主要是用来查看现有的几何约束，设置查看的范围、查看类型和列表方式以及移除不需要的几何约束。

单击“草图工具”工具条中的按钮，使所有存在的约束都显示在图形区中，然后单击“草图工具”工具条中的按钮，系统弹出图 3.3.7 所示的“显示/移除约束”对话框。

图 3.3.7 所示的“显示/移除约束”对话框中各选项用法的说明如下。

- 约束列表选项组：控制在显示约束列表窗口中要列出的约束。它包含了 3 个单选项。
  - 选定的对象单选项（第一个）：允许每次仅选择一个对象。选择其他对象将自动取消选择以前选定的对象。该列表窗口显示了与选定对象相关的约束。这是默认设置。
  - 选定的对象单选项（第二个）：可选择多个对象，选择其他对象不会取消选择以前选定的对象，它允许用户选取多个草图对象，在约束列表框中显示它们所包含的几何约束。

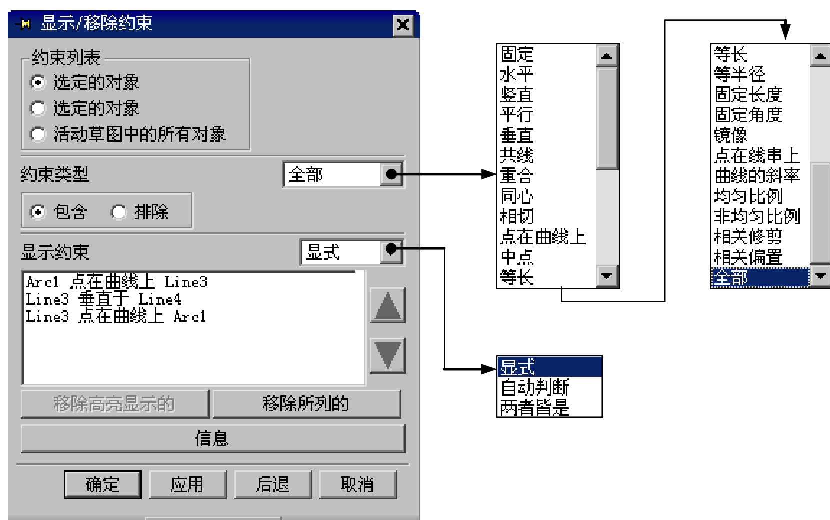


图 3.3.7 “显示/移除约束”对话框

  - 活动草图中的所有对象单选项（第三个）：在约束列表框中列出当前草图对象中所有的约束。
- 约束类型下拉列表：过滤在下拉列表中显示的约束类型。当选择此下拉列表时，系统会列出可选的约束类型（图 3.3.7），用户从中选择要显示的约束类型名称即可。在它的包含和排除两个单选项中只能选一个，通常都选择包含单选项。
- 显示约束下拉列表：控制显示约束列表窗口中显示指定类型的约束，还是显示指定类型以外的所有其他约束。该下拉列表用于显示当前选定的草图几何对象的几何约束。当在该列表框中选择某约束时，约束对应的草图对象在图形区中会高亮显示，

并显示出草图对象的名称。列表框右边的上下箭头是用来按顺序选择约束的。

显示约束下拉列表包含了三种选项。

- 显式：显示所有由用户显式或非显式创建的约束，包括所有非自动判断的重合约束，但不包括所有系统在曲线创建期间自动判断的重合约束。
- 自动判断：显示所有自动判断的重合约束，它们是在曲线创建期间由系统自动创建的。
- 两者皆是：包括显式和自动判断两种类型的约束。

◆ 移除高亮显示的按钮：用于移除一个或多个约束，方法是在约束列表窗口中选择需要移除的约束，然后单击此按钮。

◆ 移除所列的按钮：用于移除显示在约束列表窗口中所有的约束。

◆ 信息按钮：在“信息”窗口中显示有关活动的草图的所有几何约束信息。如果要保存或打印出约束信息，该选项很有用。

3.3.3 约束的备选解

当用户对一个草图对象进行约束操作时，同一约束条件可能存在多种满足约束的情况，“备选解”操作正是针对这种情况的，它可从约束的一种解法转为另一种解法。

“草图工具”工具条中没有“备选解”按钮，读者可以在工具条中加入此按钮，也可通过定制的方法在下拉菜单中添加该命令（以下如有添加命令或按钮的情况将不再说明）。单击此按钮，则会弹出“备选解”对话框，在系统选择一个尺寸或圆/圆弧的提示下选择对象，系统会将所选对象直接转换为同一约束的另一种约束表现形式，单击应用按钮之后还可以继续对其他操作对象进行约束方式的“备选解”操作；如果没有，则单击确定按钮完成“备选解”操作。

下面用一个具体的实例来说明一下“备选解”的操作。如图 3.3.8 所示，绘制的是两个相切的圆。我们知道两圆相切有“外切”和“内切”两种情况。如果不想要图中所示的“外切”的图形，就可以通过“备选解”操作，把它们转换为“内切”的形式，具体步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ ugsc60\work\ch03.03.03\alternation.prt。

步骤 02 双击曲线，进入草图工作环境。

步骤 03 选择下拉菜单 工具(T) → 约束(T) → 备选解算方案(O)... 命令（或单击“草图工具”工具条中的“备选解”按钮），弹出“备选解”对话框。

步骤 04 分别选取图 3.3.8 所示的任意圆，实现“备选解”操作，如图 3.3.9 所示。

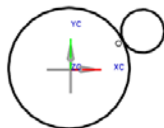


图 3.3.8　“外切”图形

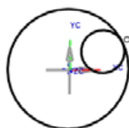


图 3.3.9　“内切”图形

步骤 05　单击 关闭 按钮，关闭“备选解”对话框。

3.4　草图中的尺寸标注

3.4.1　添加尺寸标注

尺寸约束就是在草图上标注尺寸，并设置尺寸标注线的形式与尺寸大小，来驱动、限制和约束草图几何对象。可通过选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) 中的命令进行标注。主要包括以下几种标注方式。

1. 标注水平距离

标注水平距离是标注直线或两点之间的水平投影长度。下面通过标注图 3.4.1b 所示的尺寸来说明创建水平距离的一般操作步骤。

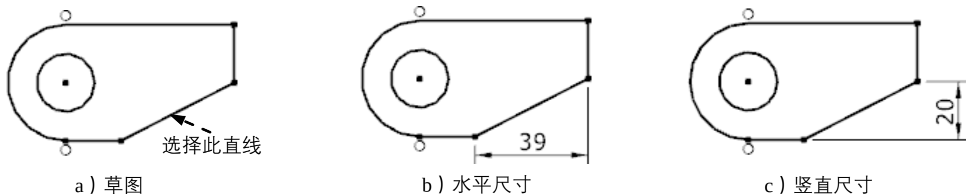


图 3.4.1　水平和竖直尺寸的标注

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.01\dimension_01.prt。

步骤 02　双击图 3.4.1a 所示的直线，单击 按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) ▶ → 水平(H)... 命令。

步骤 03　定义标注尺寸的对象。选取图 3.4.1a 所示的直线，系统生成水平尺寸。

步骤 04　定义尺寸放置的位置。移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变直线尺寸，则可以在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

步骤 05　单击中键完成水平尺寸的标注，如图 3.4.1b 所示。

2. 标注竖直距离

标注竖直距离是标注直线或两点之间的垂直投影长度。下面通过标注图 3.4.1c 所示的尺寸来说明创建竖直距离的步骤。

步骤 01 选择刚标注的水平距离，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 删除(D) 命令，删除该水平距离。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 竖直(V)... 命令，单击选取图 3.4.1a 所示的直线，系统生成竖直尺寸。移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变距离，则可以在弹出的动态输入框中输入所需的数值。 单击中键完成竖直尺寸的标注，如图 3.4.1c 所示。

3. 标注平行距离

标注平行距离是标注所选直线两端点之间的平行投影长度。下面通过标注图 3.4.2b 所示的尺寸来说明创建平行距离的步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.01\dimension_02.prt。

步骤 02 双击图 3.4.2a 所示的图形，单击按钮，进入草图工作环境。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 平行(P)... 命令，选择两条直线的两个端点，系统生成平行尺寸。

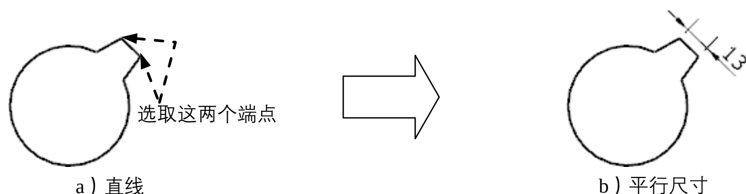


图 3.4.2 平行尺寸的标注

步骤 03 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

步骤 04 单击中键完成平行尺寸的标注，如图 3.4.2b 所示。

4. 标注垂直距离

标注垂直距离是标注所选点与直线之间的垂直距离。下面通过标注图 3.4.3 所示的尺寸来说明创建垂直距离的步骤。

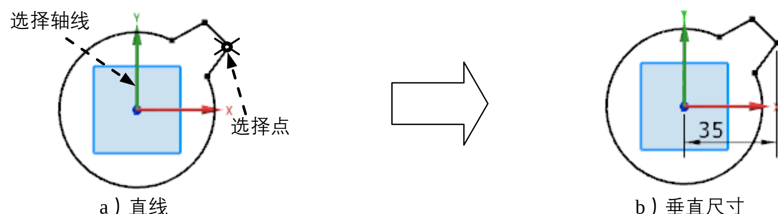


图 3.4.3 垂直尺寸的标注

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.01\dimension_03.prt。

步骤 02 双击图 3.4.3a 所示的直线，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 垂直(E)... 命令，标注点到直线的距离，选择图 3.4.3a 所示的轴线和点，系统生成垂直尺寸。

步骤 03 移动鼠标至合适位置，单击左键放置尺寸。

步骤 04 单击中键完成垂直尺寸的标注，如图 3.4.3b 所示。

5. 标注两条直线间的角度

标注两条直线间的角度是标注所选直线之间夹角的大小，且角度有锐角和钝角之分。下面通过标注图 3.4.4 所示的角度来说明标注直线间角度的步骤。

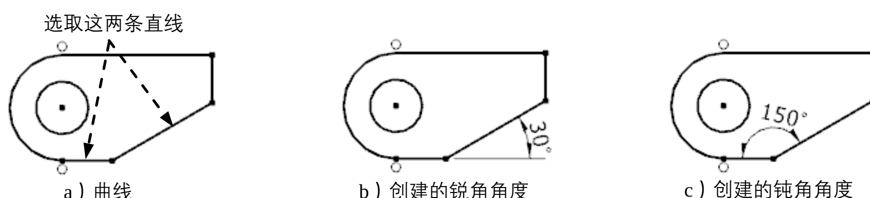


图 3.4.4 角度的标注

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.01\dimension_04.prt。

步骤 02 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 角度(A)... 命令，选取两条直线（图 3.4.4a），系统生成角度。

步骤 03 移动鼠标至合适位置（移动的位置不同，生成的角度可能是锐角或钝角，如图 3.4.4b、c 所示），单击放置尺寸。

步骤 04 单击中键完成角度的标注，如图 3.4.4 所示。

6. 标注直径

标注直径是标注所选圆直径的大小。下面通过标注图 3.4.5 所示圆的直径来说明标注直径的步骤。

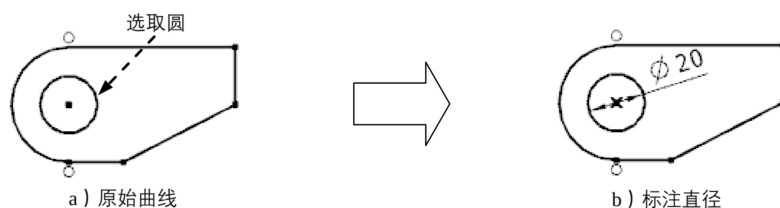


图 3.4.5 直径的标注

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.01\dimension_05.prt。

步骤 02 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 直径(D)... 命令，选取图 3.4.5a 所示的圆，系统生成直径尺寸。

步骤 03 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

步骤 04 单击中键完成直径的标注，如图 3.4.5b 所示。

7. 标注半径

标注半径是标注所选圆或圆弧半径的大小。下面通过标注图 3.4.6 所示圆弧的半径来说明标注半径的步骤。

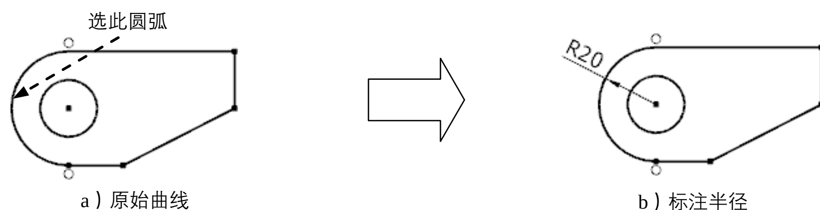


图 3.4.6 半径的标注

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.01\dimension_06.prt。

步骤 02 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 半径(R)... 命令，选择圆弧（图 3.4.6a），系统生成半径尺寸。

步骤 03 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变圆的半径尺寸，则在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

步骤 04 单击中键完成半径的标注，如图 3.4.6b 所示。

3.4.2 移动尺寸

为了使草图的布局更清晰合理，可以移动尺寸文本的位置，操作步骤如下。

步骤 01 将鼠标移至要移动的尺寸处，按住鼠标左键。

步骤 02 左右或上下移动鼠标，可以移动尺寸箭头和文本框的位置。

步骤 03 在合适的位置松开鼠标左键，完成尺寸位置的移动。

3.4.3 修改尺寸值

修改草图的标注尺寸有如下两种方法。

打开文件 D:\ugsc60\work\ch03.04.03\edit_dimension.prt，双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境。

方法一：

步骤 01 双击要修改的尺寸，如图 3.4.7 所示。

步骤 02 系统弹出动态输入框，如图 3.4.8 所示。在动态输入框中输入新的尺寸值，并按鼠标中键，完成尺寸的修改，如图 3.4.9 所示。

方法二：

步骤 01 将鼠标移至要修改的尺寸处右击。

步骤 02 在弹出的快捷菜单中选择 编辑值(U)... 命令。

步骤 03 在弹出的动态输入框中输入新的尺寸值，单击中键完成尺寸的修改。

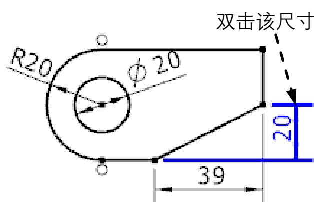


图 3.4.7　标注尺寸（一）

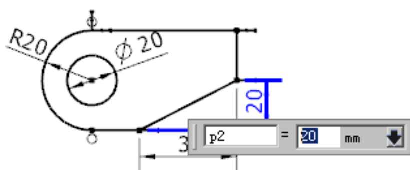


图 3.4.8　标注尺寸（二）

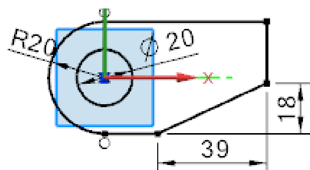


图 3.4.9　标注尺寸（三）

3.5　草图设计综合应用

3.5.1　草图设计综合应用一

案例概述：

本案例主要介绍利用添加约束的方法进行草图编辑的过程。图形如图 3.5.1 所示。

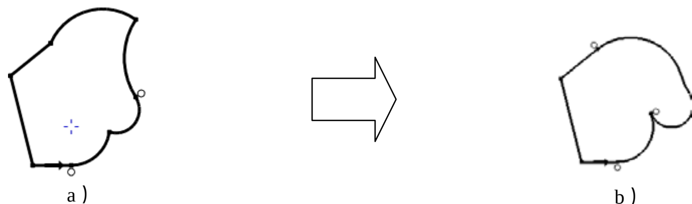


图 3.5.1　案例 1



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch03.05.01\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ ugsc60\work\ch03.05.01\spsk02.prt。

3.5.2　草图设计综合应用二

案例概述：

本案例主要介绍草图的绘制、编辑和标注的过程，读者要重点掌握约束与尺寸的处理技

巧。图形如图 3.5.2 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch03.05.02\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ ugsc60\work\ch03.05.02\spsk03.prt。

3.5.3 草图设计综合应用三

案例概述：

本案例主要介绍草图的绘制、编辑和标注的过程，读者要重点掌握约束与尺寸的处理技巧。图形如图 3.5.3 所示。

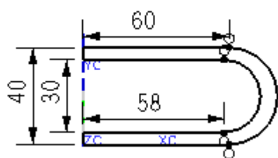


图 3.5.2 案例 2

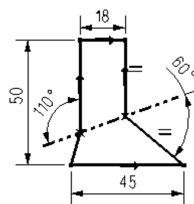


图 3.5.3 案例 3



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch03.05.03\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ ugsc60\work\ch03.05.03\spsk04.prt。

第 4 章　零件设计（基础）

4.1　应用体素建模

4.1.1　基本体素设计

一般而言，长方体、圆柱体、圆锥体和球体四个基本体素特征常常作为零件模型的第一个特征（基础特征）使用，然后在基础特征上通过添加新的特征，得到所需的模型。因此，体素特征对零件的设计而言是最基本的特征。下面分别介绍这四种基本体素的创建方法。

1．创建长方体

进入建模环境后，选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ → 长方体(K)... 命令，系统弹出图 4.1.1 所示的“长方体”对话框，在对话框的 类型 下拉列表中可以选择创建长方体的方法。



如果下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ 中没有 长方体(K)... 命令，则需要定制，具体定制过程请参见“1.3.2 软件环境的定制”的相关内容。在后面的章节中如有类似情况，将不再做具体说明。

下面以图 4.1.2 所示的长方体为例来说明使用“原点，边长度”方法创建长方体的一般过程。

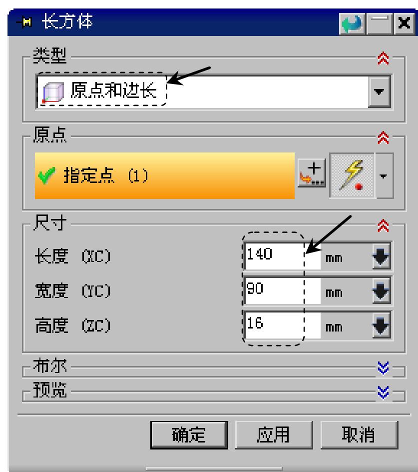


图 4.1.1　“长方体”对话框

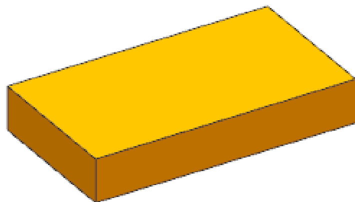


图 4.1.2　长方体特征

步骤01 新建一个三维零件文件，文件名为 cuboid。

步骤02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 长方体(K)... 命令，系统弹出图 4.1.1 所示的“长方体”对话框。

步骤03 定义长方体的创建类型。在 类型 下拉列表中选择 原点和边长 选项。

步骤04 定义长方体的顶点。选择坐标原点为长方体顶点。

步骤05 定义长方体的参数。在 长度(XC) 文本框中输入数值 180，在 宽度(YC) 文本框中输入数值 100，在 高度(ZC) 文本框中输入数值 30。

2. 创建圆柱体

创建圆柱体有“直径、高度”和“高度、圆弧”两种方法，下面以图 4.1.3 所示的圆柱体为例来说明使用“直径、高度”方法创建圆柱体的一般操作过程。

步骤01 新建一个三维零件文件，文件名为 cylinder。

步骤02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆柱体(C)... 命令，系统弹出“圆柱”对话框。

步骤03 定义圆柱体的创建方法。在 类型 下拉列表中选取圆柱的创建类型为 轴、直径和高度。

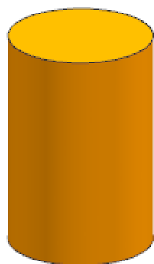


图 4.1.3 圆柱体

步骤04 定义圆柱体轴。单击“矢量构造器”按钮，系统弹出“矢量”对话框。在对话框列表中选择 ZC 轴 选项，选择系统默认的原点为指定点。

步骤05 定义圆柱体参数。在“圆柱”对话框的 直径 文本框中输入数值 60，在 高度 文本框中输入数值 90。

3. 创建圆锥体

圆锥体的创建方法有五种，下面以图 4.1.4 所示的圆锥体为例来说明使用“直径、高度”方法创建圆锥体的一般操作过程。

步骤 01 新建一个三维零件文件，文件名为 cone。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆锥(O)... 命令，系统弹出“圆锥”对话框。

步骤 03 选择圆锥体的创建方法。在类型下拉列表中选择 直径和高度 选项。

步骤 04 定义圆锥体轴。单击按钮，系统弹出“矢量”对话框，在对话框的类型下拉列表中选择 ZC 轴 选项，采用系统默认的原点为指定点。

步骤 05 定义圆锥体参数。在 底部直径 文本框中输入数值 100，在 顶部直径 文本框中输入数值 0，在 高度 文本框中输入数值 120。

4. 创建球体

球体特征的创建可以通过“直径、圆心”和“选择圆弧”这两种方法，下面以图 4.1.5 所示的球体为例来说明使用“直径、圆心”方法创建球体的一般操作过程。



图 4.1.4　圆锥体

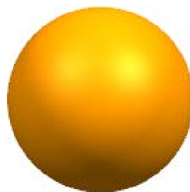


图 4.1.5　球体

步骤 01 新建一个三维零件文件，文件名为 sphere。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 球(S)... 命令，系统弹出“球”对话框。

步骤 03 选择球体的创建方法。在类型下拉列表中选择 中心点和直径 选项。

步骤 04 定义球中心点位置。单击按钮，系统弹出“点”对话框，接受系统默认的坐标原点（0，0，0）为球心。

步骤 05 定义球体直径。在 直径 文本框中输入数值 120。

4.1.2　体素应用范例

本节以图 4.1.6 所示的模型为例，介绍使用体素建模的一般过程。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.01.02\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch04.01.02\body.prt。

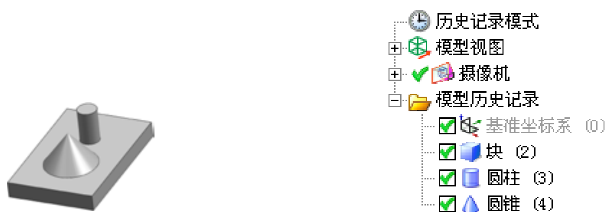


图 4.1.6 模型及模型树

4.2 拉伸特征

4.2.1 概述

拉伸特征是将截面沿着某一特定方向拉伸而形成的特征，它是最常用的零件建模方法。选取特征命令一般有如下两种方法。

方法一：从下拉菜单中获取特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令。

方法二：从工具条中获取特征命令。直接单击“特征”工具条中的按钮。

选择特征命令后，系统弹出图 4.2.1 所示的“拉伸”对话框。

图 4.2.1 所示的“拉伸”对话框中相关选项的功能说明如下。

- （曲线）：选择已有的草图或几何体边缘作为拉伸特征的截面。
- （草图截面）：创建一个新草图作为拉伸特征的截面。完成草图并退出草图环境后，系统自动选择该草图作为拉伸特征的截面。
- 体类型 下拉列表：用于指定拉伸生成的是片体（曲面）特征还是实体特征。
- 布尔 下拉列表：如果拉伸之前图形区已经创建了其他实体，则可以在进行拉伸的同时，与这些实体进行布尔操作，包括创建、求和、求差和求交。
- 限制 区域：包括六种拉伸控制方式。
  - 值：在 开始/结束 文本框中输入具体的数值（可以为负值）来确定拉伸的高度，起始值与结束值之差的绝对值为拉伸的高度。
  - 对称值：特征将在截面所在平面的两侧进行拉伸，且两侧的拉伸深度值相等。
  - 直至下一个：特征拉伸至下一个障碍物的表面处终止。
  - 直至选定对象：特征拉伸到选定的实体、平面、辅助面或曲面为止。
  - 直到被延伸：把特征拉伸到选定的曲面，但是选定面的大小不能与拉伸体完

全相交，系统就会自动按照面的边界延伸面的大小，然后再切除生成拉伸体。

- 贯通：没指定方向，使其完全贯通所有（图 4.2.2 显示了凸台特征的有效深度选项）。

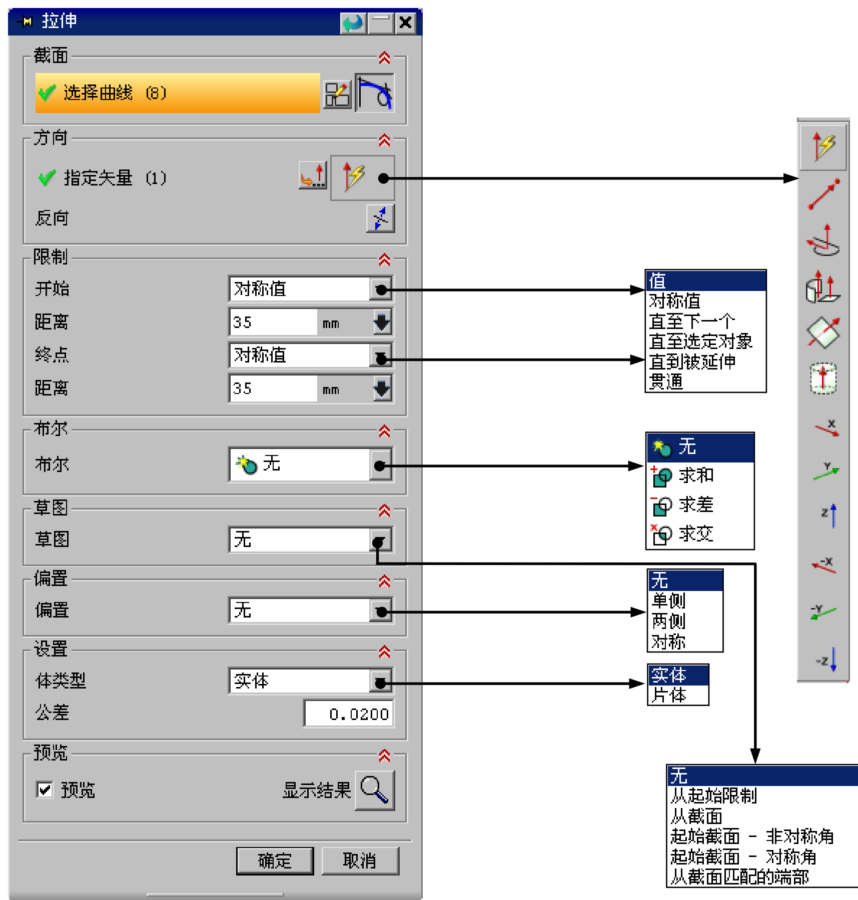


图 4.2.1 “拉伸”对话框

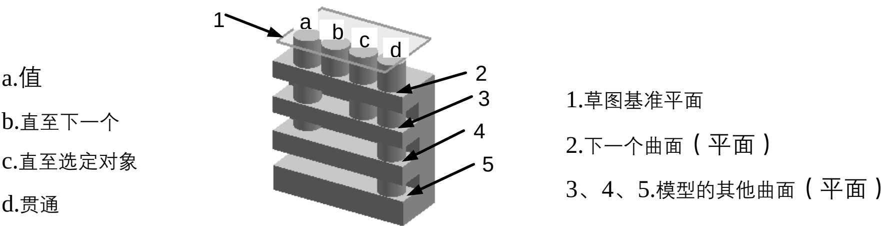


图 4.2.2 拉伸深度选项示意

◆ 布尔区域：如果图形区在拉伸之前已经创建了其他实体，则可以在进行拉伸的同时，与这些实体进行布尔操作，包括创建、求和、求差和求交。

◆ 草图区域：对拉伸体沿拉伸方向进行拔模。角度大于 0 时，沿拉伸方向向内拔模；角度小于 0 时，沿拉伸方向向外拔模。

- 从起始限值：该方式将直接从设置的起始位置开始拔模。
- 从截面：该方式用于设置拉伸特征拔模的起始位置为拉伸截面处。
- 从截面 - 不对称角：用于在拉伸截面两侧进行不对称的拔模。
- 起始截面 - 对称角：用于在拉伸截面两侧进行对称的拔模。
- 从截面匹配的终止处：用于在拉伸截面两侧进行拔模，所输入的角度为“结束”侧的拔模角度，且起始面与结束面的大小相同。

◆ 偏置区域：通过设置起始值与结束值，可以创建拉伸薄壁类型特征，起始值与结束值之差的绝对值为薄壁的厚度。



“拉伸”对话框中的选项用于指定拉伸的方向，单击对话框中的按钮，从系统弹出的下拉列表中选取相应的方式，即可指定拉伸的矢量方向，单击按钮，系统就会自动使当前的拉伸方向反向。

4.2.2 创建拉伸特征

下面以创建图 4.2.3 所示的拉伸特征为例，说明创建拉伸特征的一般步骤。

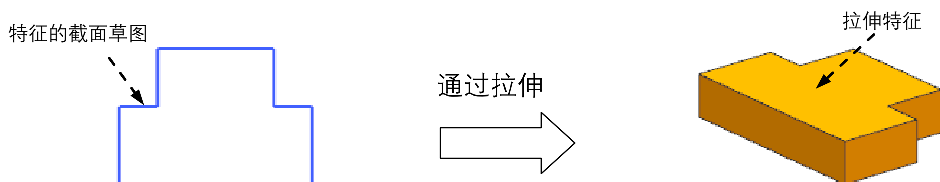


图 4.2.3 拉伸特征

步骤 01 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

步骤 02 绘制截面草图。在对话框中单击按钮，选取 XY 平面作为草图平面，绘制图 4.2.4 所示的截面草图，完成后退出草图环境。

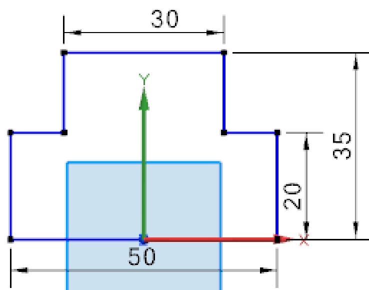


图 4.2.4 截面草图

步骤 03 定义拉伸方向。采用系统默认的矢量方向。

步骤 04 定义拉伸深度类型。在对话框的 开始 和 结束 下拉列表中均选择 值 选项。

步骤 05 定义拉伸深度值。在 结束 下面的 距离 文本框中输入数值 10。

步骤 06 单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征的创建。

4.3 回转特征

4.3.1 概述

回转特征是将截面绕着一条中心轴线旋转一定的角度而形成的特征（图 4.3.1）。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 回转(R)... 命令，系统弹出图 4.3.2 所示的“回转”对话框。

图 4.3.2 所示“回转”对话框中各选项的功能说明如下。

◆ （选择截面）：选择已有的草图或几何体边缘作为回转特征的截面。

◆ （草图截面）：创建一个新草图作为回转特征的截面。完成草图并退出草图环境后，系统自动选择该草图作为回转特征的截面。

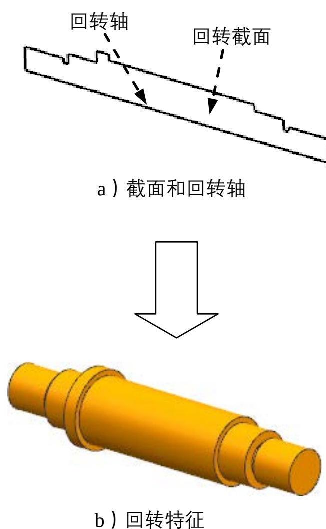
◆ 极限 区域：包含 开始 和 结束 两个下拉列表及两个位于其下的 角度 文本框。

  ● 开始 下拉列表：用于设置回转的类项， 角度 文本框用于设置回转的起始角度，其值的大小是相对于截面所在的平面而言的，其方向以与回转轴成右手定则的方向为准。在 开始 下拉列表中选择 值 选项，则需设置起始角度和终止角度；在 开始 下拉列表中选择 直至选定对象 选项，则需选择要开始或停止回转的面或相对基准平面。

  ● 结束 文本框：用于设置回转的类项， 角度 文本框设置回转对象回转的终止角度，其值的大小也是相对于截面所在的平面而言的，其方向也是以与

回转轴成右手定则为准。

- 偏置 区域：利用该区域可以创建回转薄壁类型特征。
- ☑ 预览 复选框：使用预览可确定创建回转特征之前参数的正确性。系统默认选中该复选框。
- 按钮：可以选取已有的直线或者轴作为回转轴矢量，也可以使用“矢量构造器”方式构造一个矢量作为回转轴矢量。
- 按钮：如果用于指定回转轴的矢量方法需要单独再选定一点，如用于平面法向时，此选项将变为可用。
- 布尔 区域：在创建回转特征时，如果已经存在其他实体，则可以与其进行布尔操作，包括创建、求和、求差和求交。



a）截面和回转轴

b）回转特征

图 4.3.1　回转特征

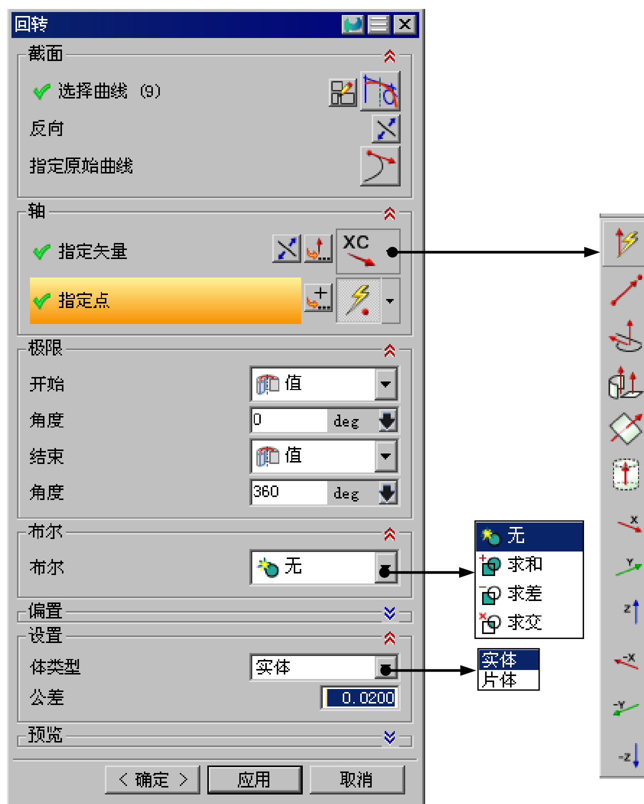


图 4.3.2　“回转”对话框

4.3.2　创建回转特征

下面以图 4.3.3 所示的回转特征为例，说明创建回转特征的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch04.03.02\revolve.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 回转(R)... 命令，系统弹出“回转”对话框。

步骤 03 定义回转截面。选取图 4.3.4 所示的曲线为回转截面。

步骤 04 定义回转轴。单击按钮，在系统弹出的“矢量”对话框的类型下拉列表中选择 曲线/轴矢量 选项，选取图 4.3.4 所示的直线为回转轴，单击 确定 按钮。

步骤 05 定义回转角度的开始值和结束值。在“回转”对话框 开始 下的 角度 文本框中输入数值 0，在 终点 下的 角度 文本框中输入数值 360。

步骤 06 单击 < 确定 > 按钮，完成回转特征的创建。



图 4.3.3 模型及模型树

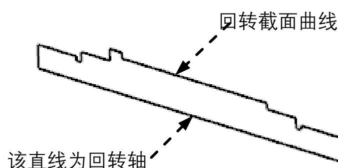


图 4.3.4 定义回转截面和回转轴

4.4 倒斜角特征

构建特征不能单独生成，而只能在其他特征上生成，孔特征、倒角特征和圆角特征等都是典型的构建特征。使用“倒斜角”命令可以在两个面之间创建用户需要的倒角。下面以图 4.4.1 所示的范例来说明创建倒斜角的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch04.04\chamber.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 倒斜角(C)... 命令，系统弹出图 4.4.2 所示的“倒斜角”对话框。

步骤 03 选择倒斜角方式。在 横截面 下拉列表中选择 对称 选项，如图 4.4.2 所示。

步骤 04 选取图 4.4.3 所示的边线为倒角的参照边。

步骤 05 定义倒角参数。在弹出的动态输入框中输入偏置值 2（可拖动屏幕上的拖拽手柄至用户需要的偏置值），如图 4.4.4 所示。

步骤 06 单击 确定 按钮，完成偏置倒角的创建。

图 4.4.2 所示的“倒斜角”对话框中有关选项的说明如下。

- 对称：单击该按钮，建立一简单倒角，沿两个表面的偏置值是相同的。
- 非对称：单击该按钮，建立一简单倒角，沿两个表面有不同的偏置量。对于不对称

偏置，可利用按钮反转倒角偏置顺序从边缘一侧到另一侧。

◆ 偏置和角度：单击该按钮，建立一简单倒角，它的偏置量是由一个偏置值和一个角度决定的。它的偏置方式有两种。

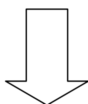
● 沿面偏置边：一般首选此选项。

● 偏置面并修剪：如果被倒角的面很复杂，此选项可延伸用于修剪原始曲面的每个偏置曲面。

◆ 对所有实例进行倒斜角复选框：当正被倒角的特征是一引用阵列集的一部分时，应选中该复选框。



a）倒斜角前



b）倒斜角后

图 4.4.1 创建倒斜角

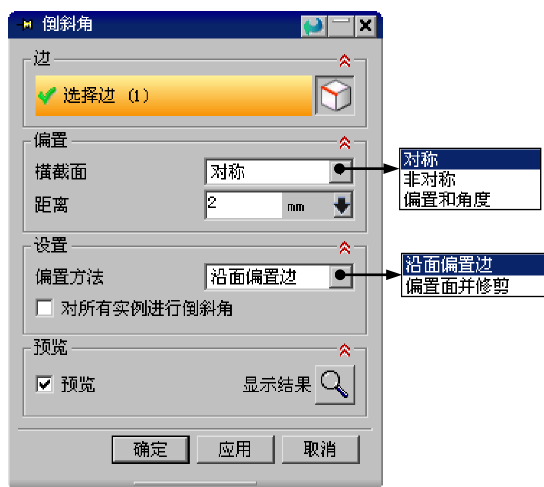


图 4.4.2 “倒斜角”对话框

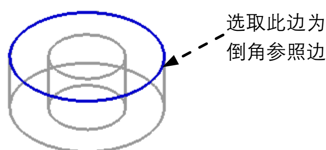


图 4.4.3 选择倒角参照边

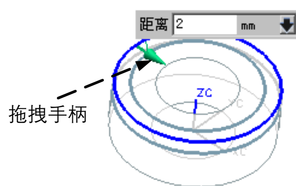


图 4.4.4 拖拽手柄

4.5 边倒圆特征

使用“边倒圆”（倒圆角）命令可以使多个面共享的边缘变光滑，如图 4.5.1 所示。既可以创建圆角的边倒圆（对凸边缘则去除材料），也可以创建倒圆角的边倒圆（对凹边缘则添加材料）。下面以图 4.5.1 所示的范例说明边倒圆的一般创建过程。

1. 打开一个已有的零件模型

打开文件 D:\ugsc60\work\ch04.05\blend.prt。

2. 创建等半径边倒圆

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令，系统弹出图 4.5.2 所示的“边倒圆”对话框。

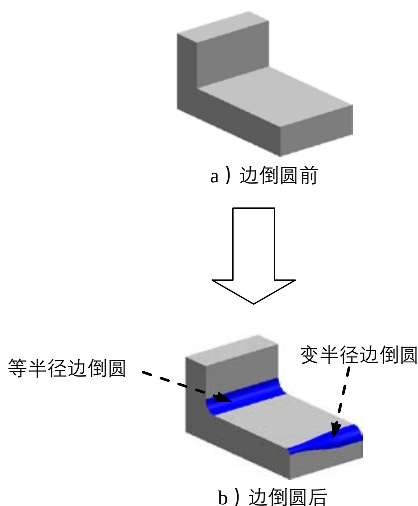


图 4.5.1 “边倒圆”模型

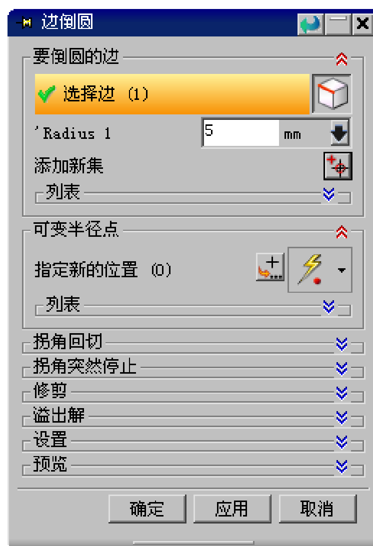


图 4.5.2 “边倒圆”对话框

图 4.5.2 所示的“边倒圆”对话框中有关按钮的说明如下。

◆ （恒定的半径）：该按钮用于创建一个恒定半径的圆角，恒定半径的圆角是最简单的、也是最容易生成的圆角。

◆ 可变半径点：通过定义边缘上的点，然后输入各点位置的圆角半径值，沿边缘的长度改变倒圆半径。在改变圆角半径时，必须至少已指定了一个半径恒定的边缘，才能使用该选项对它添加可变半径点。

◆ 拐角回切：添加回切点到一倒圆拐角，通过调整每一个回切点到顶点的距离，对拐角应用其他的变形。

◆ 拐角突然停止：通过添加突然停止点，可以在非边缘端点处停止倒圆，进行局部边缘段倒圆。

步骤 02 选择“边倒圆”类型。单击 要倒圆的边 区域中的 * 选择边 (0) 按钮。

步骤 03 选取边倒圆参照边，如图 4.5.3 所示。

步骤 04 输入倒圆参数。在弹出的动态输入框中输入圆角半径值 5。

步骤 05 单击 确定 按钮，完成倒圆特征的创建。

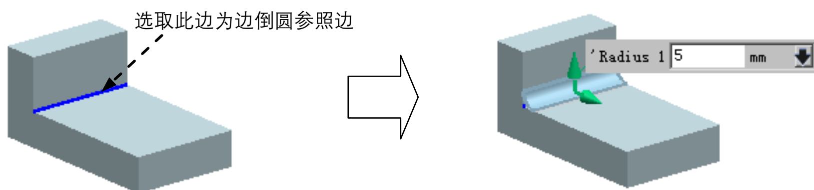


图 4.5.3 创建边倒圆

3. 创建变半径边倒圆

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令，系统弹出“边倒圆”对话框。

步骤 02 定义倒圆对象。单击图 4.5.4 所示的倒圆参照边。

步骤 03 选择“边倒圆”类型。单击 可变半径点 区域中的 按钮。

步骤 04 定义变半径点。单击参照边上任意一点，系统在参照边上出现“圆弧长锚”，如图 4.5.5 所示。单击“圆弧长锚”并按住左键不放，拖动到弧长百分比值为 91 的位置（或输入弧长百分比值 91）。

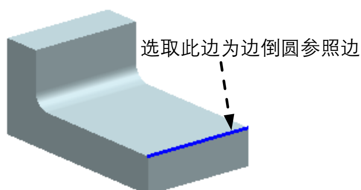


图 4.5.4 选取边倒圆参照边

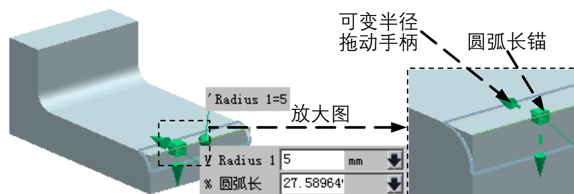


图 4.5.5 创建第一个“圆弧长锚”

步骤 05 输入参数。在弹出的动态输入框中输入半径值 2（也可拖动“可变半径拖动手柄”至需要的半径值）。

步骤 06 定义另一个变半径点。其圆角半径值为 5，弧长百分比值为 28，详细步骤同 步骤 04、步骤 05。

步骤 07 单击 确定 按钮，完成可变半径倒圆特征的创建。

4.6 布尔操作

布尔操作可以将原先存在的多个独立的实体进行运算，以产生新的实体。进行布尔运算时，首先选择目标体（即被执行布尔运算的实体，只能选择一个），然后选择刀具体（即在目标体上执行操作的实体，可以选择多个），运算完成后，刀具体成为目标体的一部分，而

且如果目标体和刀具体具有不同的图层、颜色、线型等特性，则产生的新实体具有与目标体相同的特性。如果部件文件中已存有实体，则当建立新特征时，新特征可以作为刀具体，已存在的实体作为目标体。布尔操作主要包括以下三部分内容。

- 布尔求和操作。
- 布尔求差操作。
- 布尔求交操作。

4.6.1 求和操作

布尔求和操作用于将工具体和目标体合并成一体。下面以图 4.6.1 所示的模型为例来介绍布尔求和操作的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch04.06.01\unite.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 组合体(B) → 求和(U)... 命令，系统弹出 “求和” 对话框。

步骤 03 定义目标和刀具。依次选取图 4.6.1 所示的目标体和工具体。

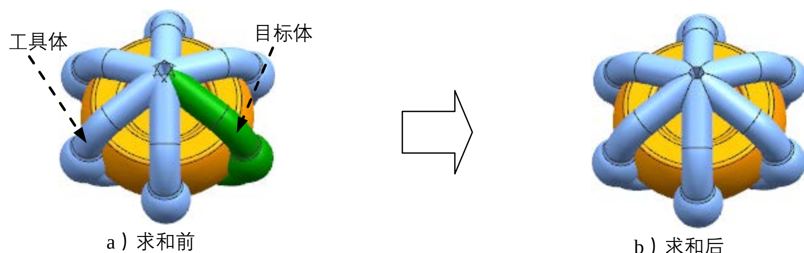


图 4.6.1 布尔求和操作



布尔求和操作要求工具和刀具必须在空间上接触才能进行运算，否则将提示出错；图 4.6.1 所示的工具体共有 5 个。

“求和” 对话框中各复选框的功能说明如下。

- ☑ 保持工具 复选框：为求和操作保存工具体。如果需要在一个未修改的状态下保存所选工具体的副本时，选中该复选框。在编辑 “求和” 特征时，取消选中该复选框。
- ☐ 保持目标 复选框：为求和操作保存目标体。如果需要在一个未修改的状态下保存所选目标体的副本时，选中该复选框。

4.6.2 求差操作

布尔求差操作用于将工具体从目标体中移除。下面以图 4.6.2 所示的模型为例，介绍布尔求差操作的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch04.06.02\subtract.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 组合体(B) ▸ → 求差(S)... 命令，系统弹出图 4.6.3 所示的“求差”对话框。

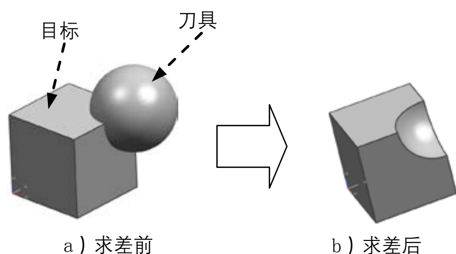


图 4.6.2 布尔求差操作



图 4.6.3 “求差”对话框

步骤 03 定义目标和刀具。依次选择图 4.6.3a 所示的目标和刀具，单击 确定 按钮，完成该布尔操作。

4.6.3 求交操作

布尔求交操作用于创建包含两个不同实体的共有部分。进行布尔求交运算时，工具体与目标体必须相交。下面以图 4.6.4 所示的模型为例来介绍布尔求交操作的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch04.06.03\intersection.prt。

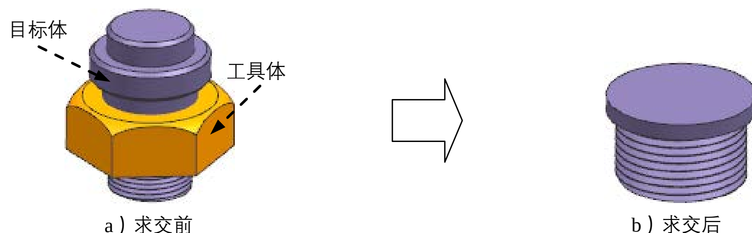


图 4.6.4 布尔求交操作

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 组合体(B) → 求交(I)... 命令，系统弹出“求交”对话框。

步骤 03 定义目标体和工具体。依次选取图 4.6.4 所示的目标体和工具体。

4.6.4 布尔出错消息

如果布尔运算的使用不正确，可能出现错误，其出错信息如下。

- 在进行实体的求差和求交运算时，所选工具体必须与目标体相交，否则系统会发布警告信息：“工具体完全在目标体外”。
- 如果刀具横断目标体，将目标体一分为二，则系统会发布警告信息：“操作使产生的实体非参数化”。
- 在进行操作时，如果没有使用复制目标，且没有创建一个或多个特征，则系统会发布警告信息：“仅为选定的（数量）刀具创建了（数量）特征”。
- 在进行操作时，如果使用复制目标，且没有创建一个或多个特征，则系统会发布警告信息：“不能创建任何特征”。
- 在进行操作时，如果不能创建任何特征，则系统会发布警告信息：“不能创建任何特征”。
- 如果在执行一个片体与另一个片体求差操作时，则系统会发布警告信息：“非歧义实体”。
- 如果在执行一个片体与另一个片体求交操作时，则系统会发布警告信息：“无法执行布尔运算”。



如果创建的是第一个特征，此时不会存在布尔运算，“布尔操作”的列表框为灰色。从创建第二个特征开始，以后加入的特征都可以选择“布尔操作”，而且对于一个独立的部件，每一个添加的特征都需要选择“布尔操作”，系统默认选中“创建”类型。

4.7 零件设计一般过程

下面以创建图 4.7.1 所示的模型为例，说明零件设计的一般过程。创建前请首先新建一个模型文件并命名为 link_base。

4.7.1 创建零件第一个特征

在零件设计的一般过程中，首先要创建零件的第一个特征（即基础特征）如图 4.7.2 所示，具体操作步骤如下。

步骤 01 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

步骤 02 绘制截面草图。在对话框中单击按钮，选取 XY 平面作为草图平面，绘制图 4.7.3 所示的截面草图，完成后退出草图环境。

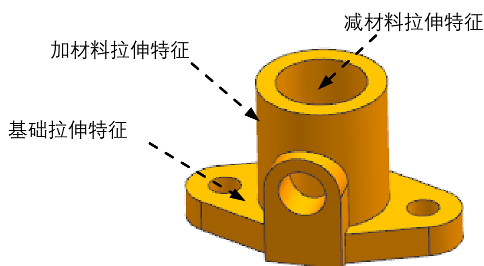


图 4.7.1　实体三维模型

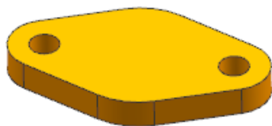


图 4.7.2　零件的第一个特征

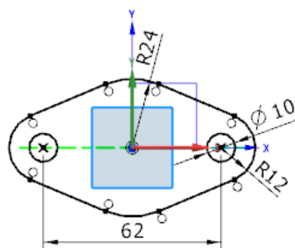


图 4.7.3　截面草图

步骤 03 定义拉伸方向。采用系统默认的矢量方向。

步骤 04 定义拉伸深度类型。在对话框的 开始 和 结束 下拉列表中均选择 值 选项。

步骤 05 定义拉伸深度值。在 结束 下面的 距离 文本框中输入数值 10。

步骤 06 单击 < 确定 > 按钮，完成零件第一个特征的创建。

4.7.2　创建其他特征

1. 添加加材料拉伸特征

在创建零件的基本特征后，可以增加其他特征。接上一节模型，现在要添加图 4.7.4 所示的加材料拉伸特征 1，操作步骤如下。

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

步骤 02 创建截面草图。

（1）选取草图基准面。在“拉伸”对话框中单击按钮，选取图 4.7.5 所示的模型表面

作为草图基准面，单击 确定 按钮，进入草图环境。

（2）绘制特征的截面草图。

① 绘制草图轮廓。绘制图 4.7.6 所示的截面草图的大体轮廓。

② 建立约束。建立图 4.7.6 所示的圆心与原点重合的约束，并标注图 4.7.6 所示的尺寸。

③ 完成草图绘制后，单击“草图生成器”工具栏中的 完成草图 按钮，退出草图环境。

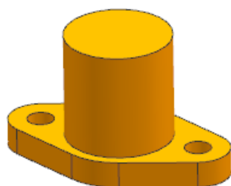


图 4.7.4 添加加材料拉伸特征 1

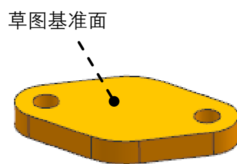


图 4.7.5 选取草图基准面

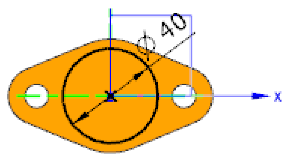


图 4.7.6 截面草图

步骤 03 定义拉伸属性。

（1）定义拉伸深度方向。单击对话框中的按钮，可调整深度方向，如果方向正确则不需调整。

（2）定义拉伸深度类型。在“拉伸”对话框的 开始 下拉列表中选择 值 选项。

（3）定义拉伸深度值。在 开始 的 距离 文本框中输入数值 0，在 结束 的 距离 文本框中输入数值 40，其他采用系统默认设置值。在 布尔 区域中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

步骤 04 单击“拉伸”对话框中的 确定 按钮，完成特征的创建。



此处进行布尔操作是将基础拉伸特征与加材料拉伸特征合并为一体，如果不进行此操作，基础拉伸特征与加材料拉伸特征将是两个独立的实体。

步骤 05 添加图 4.7.7 所示的加材料拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ → 拉伸(E)... 命令，选取 XZ 基准平面作为草图基准面，绘制图 4.7.8 所示的截面草图，在“拉伸”对话框的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0；在 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 25；在 布尔 区域中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。单击 确定 按钮，完成特征的创建。

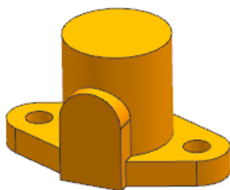


图 4.7.7 添加加材料拉伸特征 2

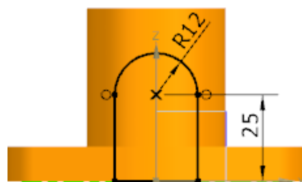


图 4.7.8 截面草图

2. 添加减材料拉伸特征

减材料拉伸特征的创建方法与加材料拉伸基本一致，只不过加材料拉伸是增加实体，而减材料拉伸则是减去实体。现在要添加图 4.7.9 所示的减材料拉伸特征 1，具体操作步骤如下。

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单击“特征”工具栏中的按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

步骤 02 创建截面草图。

（1）选取草图基准面。在“拉伸”对话框中单击按钮，然后选取图 4.7.9 所示的模型表面作为草图基准面，单击 确定 按钮，进入草图环境。

（2）绘制特征的截面草图。

① 绘制草图轮廓。绘制图 4.7.10 所示的截面草图的大体轮廓。

② 建立尺寸约束。标注图 4.7.10 所示的尺寸。

③ 完成草图绘制后，选择下拉菜单 任务(K) → 完成草图(K) 命令（或单击工具栏中的 完成草图 按钮），退出草图环境。

步骤 03 定义拉伸属性。

（1）定义拉伸深度方向。单击对话框中的按钮，反转深度方向。

（2）定义拉伸深度类型和深度值。在“拉伸”对话框的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0，在 结束 下拉列表中选择 贯通 选项。在 布尔 下拉列表中选择 求差 选项，进行求差操作。



此处进行布尔操作是将已有实体与减材料拉伸特征合并为一体，如果不进行此操作，已有实体与减材料拉伸特征将是两个独立的实体，系统也不会进行减材料操作。

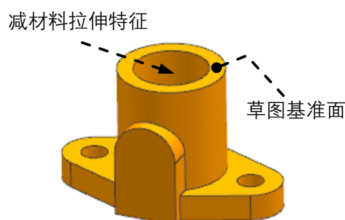


图 4.7.9 添加减材料拉伸特征 1

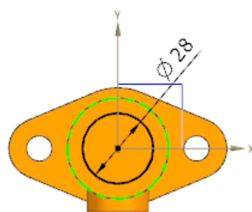


图 4.7.10 截面草图

步骤 04 单击“拉伸”对话框中的 ＜确定＞ 按钮，完成特征的创建。

步骤 05 添加图 4.7.11 所示的减材料拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E)

→ 拉伸(E)...命令，选取图 4.7.11 所示的平面作为草图基准面，绘制图 4.7.12 所示的截面草图，在“拉伸”对话框的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入数值 0；在结束下拉列表中选择直至下一个选项，在布尔区域中选择求差选项，采用系统默认的求差对象。单击确定按钮，完成特征的创建。

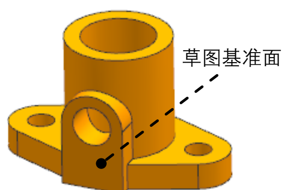


图 4.7.11　添加减材料拉伸特征 2

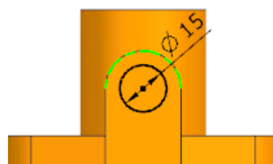


图 4.7.12　截面草图

步骤 06 选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，保存模型文件。

第 5 章　零件设计（高级）

5.1　UG NX 的部件导航器

5.1.1　概述

部件导航器提供了在工作部件中特征父-子关系的可视化表示，允许在那些特征上执行各种编辑操作。单击资源板中的按钮，可以打开部件导航器。部件导航器是 UG NX 6.0 资源板中的一个部分，它可以用来组织、选择和控制数据的可见性，以及通过简单浏览来理解数据，也可以在其中更改现存的模型参数以得到所需的形状和定位表达，另外，“制图”和“建模”数据也包括在“部件导航器”中。“部件导航器”被分隔成四个面板：“名称”面板、“相依性”面板、“细节”面板及“预览”面板。构造模型或图样时，数据被填充到这些面板窗口中，使用这些面板导航部件，并执行各种操作。

5.1.2　部件导航器界面

部件导航器“名称”面板提供了最全面的部件视图。可以使用它的树状结构（简称“模型树”）查看和访问实体、实体特征和所依附的几何体、视图、图样、表达式、快速检查以及模型中的引用集。打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.01.02\link_base.prt，模型如图 5.1.1 所示，在与之相应的模型树中，圆括号内的时间戳记跟在各特征名称的后面（图 5.1.2）。部件导航器“名称”面板有两种模式：“时间戳记次序”和“设计视图”模式。

（1）在“部件导航器”中右击，在弹出的快捷菜单中选择时间戳记次序命令，可以在两种模式间进行切换，如图 5.1.3 所示。

（2）在“设计视图”模式下，工作部件中的所有特征在模型节点下显示，包括它们的特征和操作，先显示最近创建的特征（按相反的时间戳记次序）；在“时间戳记次序”模式下，工作部件中的所有特征都按它们创建的时间戳记显示为一个节点的线性列表，“时间戳记次序”模式不包括“设计视图”模式中可用的所有节点。

部件导航器“相依性”面板可以查看部件中特征几何体的父子关系，可以帮助修改计划对部件的潜在影响。单击相依性选项，可以打开和关闭该面板，选择其中一个特征，其界面如图 5.1.4 所示。

部件导航器“细节”面板显示属于当前所选特征的特征和定位参数。如果特征被表达式抑制，则特征抑制也将显示。单击细节选项，可以打开和关闭该面板，选择其中一个特征，其界面如图 5.1.5 所示。

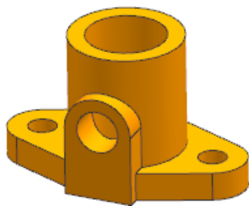


图 5.1.1 参照模型

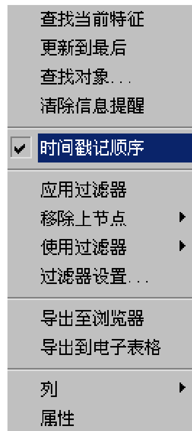


图 5.1.3 “部件导航器”内右击后弹出的菜单



图 5.1.2 “部件导航器”界面

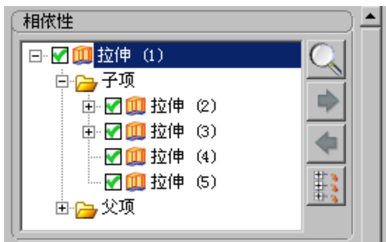


图 5.1.4 部件导航器“相依性”面板

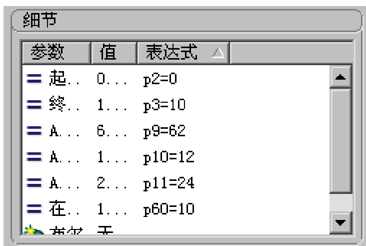


图 5.1.5 部件导航器“细节”面板

“细节”面板有三列：参数、值和表达式。在此仅显示单个特征的参数，可以直接在“细节”面板中编辑相应值：双击要编辑的值进入编辑模式，可以更改表达式的值，按 Enter 键结束编辑。可以通过右击，在弹出的快捷菜单中选择导出至浏览器或导出到电子表格命令，将“细节”面板的内容导出至浏览器或生成电子表格，并且可以按任意列排序。

部件导航器“预览”面板显示可用的预览对象的图像。单击预览选项，可以打开和关闭

该面板。“预览”面板的性质与上述部件导航器“细节”面板类似，不再赘述。

5.1.3 部件导航器的作用与操作

1. 部件导航器的作用

部件导航器可以用来抑制或释放特征以及改变它们的参数或定位尺寸等，部件导航器在所有 UG NX 应用环境中都是有效的，而不只是在建模环境中。可以在建模环境执行特征编辑操作。在部件导航器中，编辑特征可以引起一个在模型上执行的更新。

在部件导航器中使用时间戳记顺序，可以按时间序列排列建模所用到的每个步骤，并且可以对其进行参数编辑、定位编辑、显示设置等各种操作。

部件导航器中提供了正二测、前、后和右等八个模型视图，用于选择当前视图的方向，以方便从各个视角观察模型。

2. 部件导航器的显示操作

部件导航器对识别模型特征是非常有用的。在部件导航器窗口中选择一个特征，该特征将在图形区高亮显示，并在部件导航器窗口中高亮显示其父特征和子特征。反之，在图形区中选择一个特征，该特征和它的父、子层级也会在部件导航器窗口中高亮显示。

为了显示部件导航器，可以在图形区右侧的资源条上单击按钮，弹出部件导航器窗口。当光标离开部件导航器窗口时，部件导航器窗口立即关闭，以方便图形区的操作。如果需要显示固定部件导航器窗口，则单击按钮，使之变为状态，则窗口始终固定显示，直到再次单击按钮。

如果需要以某个方向观察模型，则可以在部件导航器中双击模型视图下的相关选项，可以得到图 5.1.6 中八个方向的视角，当前应用视图后有“(工作)”字样。

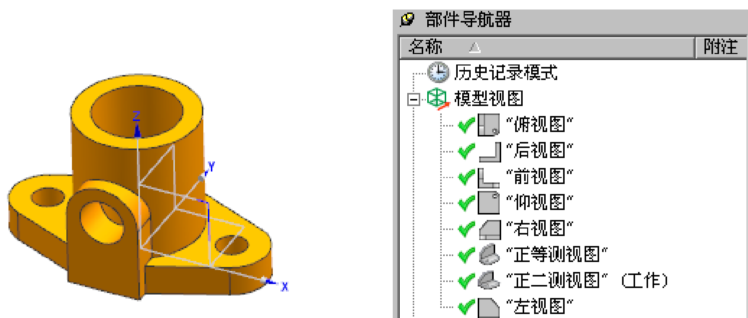


图 5.1.6 “模型视图”中的选项

3. 在部件导航器中编辑特征

在“部件导航器”中，有多种方法可以选择和编辑特征，在此列举两种。

方法一：

步骤 01 双击树列表中的特征，打开其编辑对话框。

步骤 02 在创建时的对话框控制中编辑其特征。

方法二：

步骤 01 在树列表中选择一个特征。

步骤 02 右击，选择弹出菜单中的 编辑参数(P)... 命令，打开其编辑对话框。

步骤 03 在创建时的对话框控制中编辑其特征。

4. 显示表达式

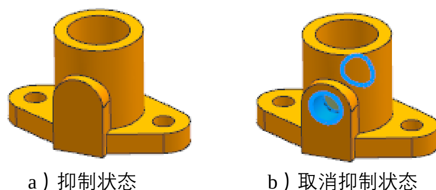
在“部件导航器”中会显示“用户表达式”文件夹内定义的表达式，且其名称前会显示表达式的类型（距离、长度或角度等）。

5. 抑制与取消抑制

通过抑制（Suppressed）功能可使已显示的特征临时从图形区中移去。取消抑制后，该特征显示在图形区中。例如，图 5.1.7a 中的拉伸特征处于抑制的状态，此时其模型树如图 5.1.8a 所示；图 5.1.7b 中的拉伸特征处于取消抑制的状态，此时其模型树如图 5.1.8b 所示。

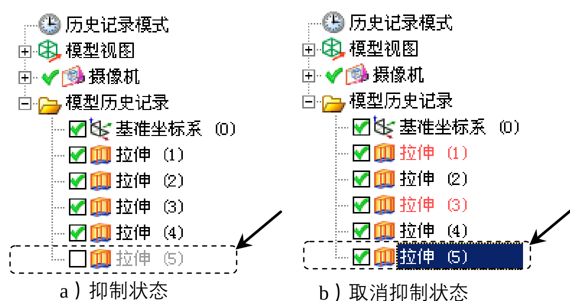


- 选取 抑制(S) 命令可以使用另外一种方法，即在模型树中选择某个特征后，右击，在弹出的快捷菜单中选择 抑制(S) 命令。
- 在抑制某个特征时，其子特征也将被抑制；在取消抑制某个特征时，其父特征也将被取消抑制。



a）抑制状态　　b）取消抑制状态

图 5.1.7　特征的抑制（模型）



a）抑制状态　　b）取消抑制状态

图 5.1.8　特征的抑制（模型树）

6. 特征回放

用户使用下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) ▸ → 回放(B)... 命令，可以一次显示一个特征，逐步显示模型的构造过程。



被抑制的特征在回放的过程中是不显示的；如果草图是在特征内部创建的，则在回放过程中不显示，否则草图会显示。

7. 信息获取

信息（Information）下拉菜单提供了获取有关模型信息的选项。

信息窗口显示所选特征的详细信息，包括特征名、特征表达式、特征参数和特征的父子关系等。特征信息的获取方法：首先在部件导航器中选择特征并右击，然后选择 信息(I) 命令，系统弹出“信息”窗口。



- ◆ 在“信息”窗口中可以选择下拉菜单 文件(F) → 另存为...(A) 命令或 打印...(P) 命令。另存为...(A) 命令用于以文本格式保存在信息窗口中列出的所有信息，打印...(P) 命令用于打印信息列表。
- ◆ 编辑(E) 下拉菜单中的 查找...(F) 命令用于搜索特定表达式。

8. 细节

在模型树中选择某个特征后，在“细节”面板中会显示该特征的参数、值和表达式，对某个表达式右击，在弹出的快捷菜单中选择 编辑 命令，可以对表达式进行编辑，以便对模型进行修改。例如，在图 5.1.9 所示的“细节”面板中显示的是一个拉伸特征的细节，右击表达式 P3＝10，选择 编辑 命令，在文本框中输入新值 15 并按 Enter 键，则该拉伸特征会立即变化。

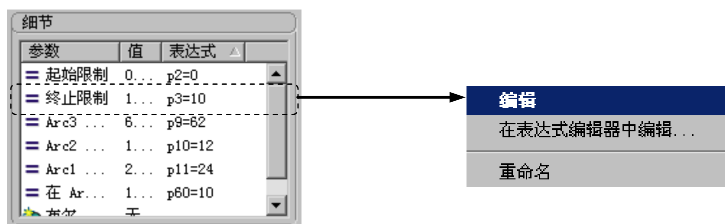


图 5.1.9　“表达式”编辑的操作

5.2 面向对象操作

通常在对模型特征操作时，需要对目标对象进行显示、隐藏、分类和删除等操作，使用户能够更快捷、更容易地达到目的。

5.2.1 对象与模型的显示设置

模型的显示控制主要通过图 5.2.1 所示的“视图”工具条来实现，也可通过视图(V)下拉菜单中的命令来实现。

图 5.2.1 所示的“视图”工具条中各工具按钮的说明如下。

A：自动将对象充满整个屏幕。　　B：将选中的对象充满整个屏幕。

C：自动拟合到鼠标选中的区域。　　D：缩放对象。

E：旋转对象。　　F：平移对象。

G：在透视与非透视显示之间切换。

H1：以带线框的着色图显示。　　H2：以纯着色图显示。

H3：不可见边用虚线表示的线框图。　　H4：隐藏不可见边的线框图。

H5：可见边和不可见边都用实线表示的线框图。

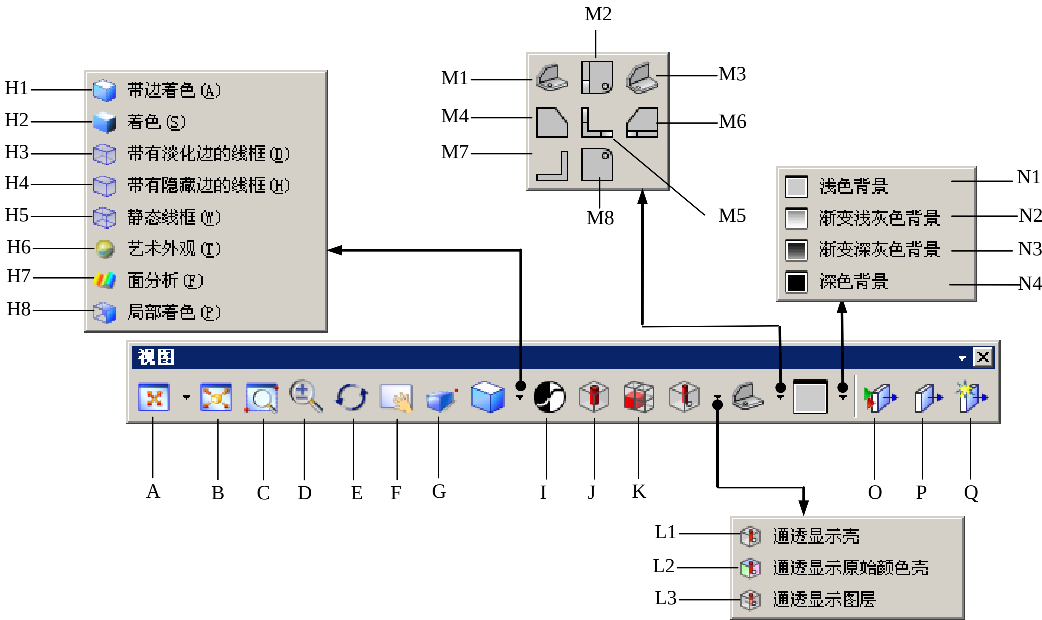


图 5.2.1 “视图”工具条

H6：艺术外观。在此显示模式下，选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) →

材料/纹理(M)... 命令，可以给它们指定材料和纹理特性来进行实际渲染。没有指定材料或纹理特性的对象，看起来与“着色”渲染样式下所进行的着色相同。

H7：在“面分析”渲染样式下，选定的曲面对象由小平面几何体表示并渲染小平面以指示曲面分析数据，剩余的曲面对象由边缘几何体表示。

H8：在“局部着色”渲染样式中，选定曲面对象由小平面几何体表示，这些几何体通过着色和渲染显示，剩余的曲面对象由边缘几何体显示。

I：在带线框的着色图显示模式与纯着色图显示模式之间切换。

J：全部通透显示。

K：透明显示已取消着重表示的对象。

L1：使用指定的颜色将较不重要的着色几何体显示为透明壳。

L2：将着色几何体显示为透明壳，保留原始的着色几何体颜色。

L3：使用指定的颜色将较不重要的着色几何体显示为透明图层。

M1：正二测视图。 M2：顶部。

M3：等轴测视图。 M4：左视图。

M5：前视图。 M6：右视图。

M7：背景色。 M8：底部。

N1：浅色背景。 N2：渐变浅灰色背景。

N3：渐变深灰色背景。 N4：深色背景。

O：剪切工作截面。 P：编辑工作截面。

Q：新建截面。

5.2.2 分类选择

UG NX 6.0 提供了一个分类选择的工具，利用选择对象类型和设置过滤器的方法，以达到快速选取对象的目的。选取对象时，可以直接选取对象，也可以利用“类选择”对话框中的对象类型过滤功能，来限制选择对象的范围。选中的对象以高亮方式显示。



在选取对象的操作中，如果光标短暂停留后，后面出现“...”的提示，则表明在光标位置有多个可供选择的对象。

下面以图 5.2.2 所示选取曲线的操作为例，介绍如何选择对象。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.02.02\display_2.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 对象显示(J)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 03 定义对象类型。单击“类选择”对话框中的按钮，弹出“根据类型选择”对话框，选取 曲线 选项。单击 确定 按钮。

步骤 04 根据系统 选择要编辑的对象 的提示，在图形区选取图 5.2.2 所示的曲线目标对象，单击 确定 按钮。

步骤 05 系统弹出“编辑对象显示”对话框，单击 确定 按钮，完成对象的选取。



这里主要是介绍对象的选取，编辑对象显示的操作不再赘述。

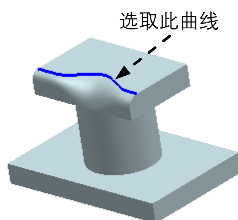


图 5.2.2　选取圆弧特征

5.2.3　删除对象

利用 编辑(E) 下拉菜单中的 删除(D)... 命令可以删除一个或多个对象。下面以图 5.2.3 所示的模型为例来说明删除对象的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.02.03\delete.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 删除(D)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 03 定义删除对象。选取图 5.2.3a 所示的特征，单击两次 确定 按钮，完成操作。

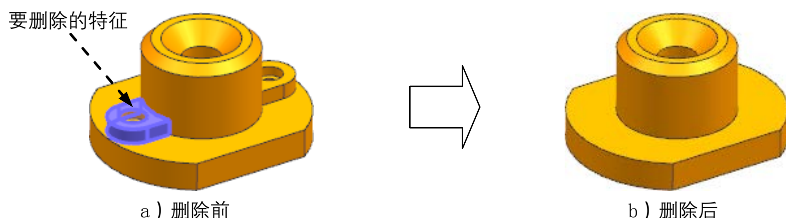


图 5.2.3　删除对象

5.2.4　隐藏与显示

对象的隐藏就是通过一些操作，使该对象在零件模型中不显示。下面以图 5.2.4 所示的模型为例，说明隐藏与显示对象的一般操作过程。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.02.04\hide.prt。

步骤 02　选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 03　定义隐藏对象。选择图 5.2.4a 所示的实体。

步骤 04　单击 确定 按钮完成对象的隐藏。

步骤 05　显示被隐藏的对象。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 显示(S)... 命令（或按快捷键＜Ctrl+Shift+U＞），系统弹出“类选择”对话框，选取步骤 02 中隐藏的实体，则又恢复到图 5.2.4a 所示的状态。

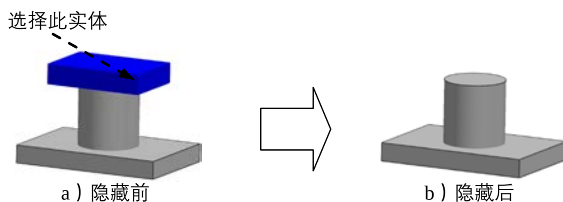


图 5.2.4　隐藏对象

5.2.5　对象的显示

编辑对象的显示就是修改对象的层、颜色、线型和宽度等。下面以图 5.2.5 所示的模型为例来说明编辑对象显示的一般过程。

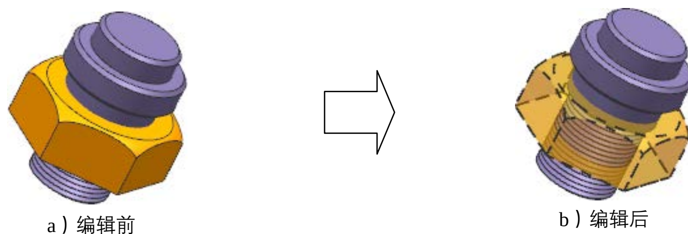


图 5.2.5　编辑对象显示

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.02.05\display.prt。

步骤 02　选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 对象显示(J)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 03　定义需编辑的对象。选取图 5.2.5a 所示的实体，单击 确定 按钮，系统弹出“编

辑对象显示”对话框。

步骤 04 修改对象显示属性。在“编辑对象显示”对话框的 颜色 下拉列表中选择 选项，在 线型 下拉列表中选择 选项，在 宽度 下拉列表中选择 选项，在 着色显示 区域拖动透明度滑块将其设置为 55，如图 5.2.6 所示。

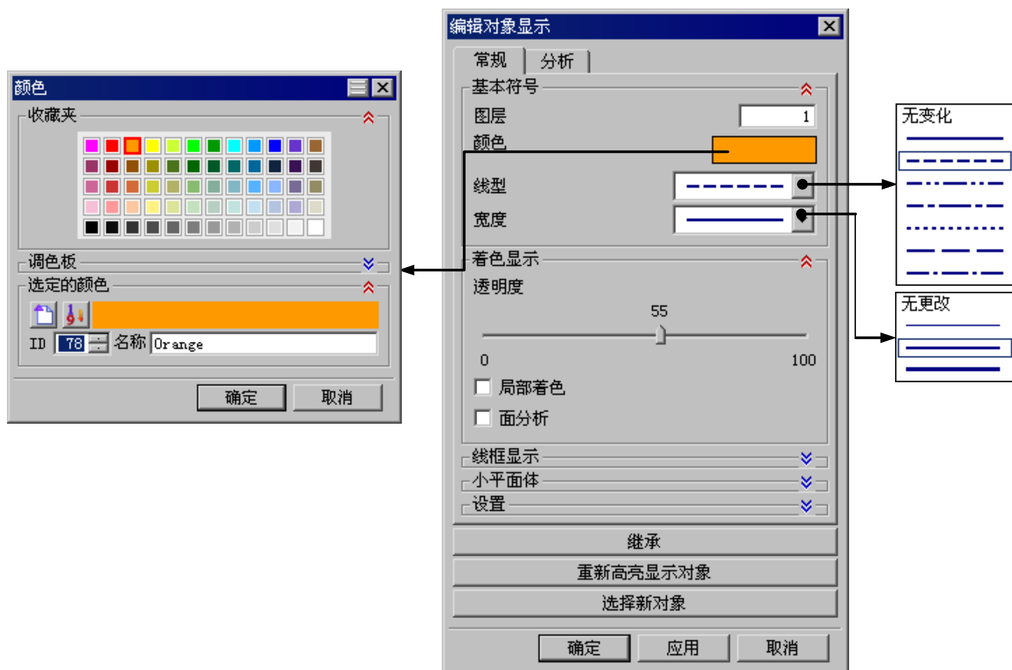


图 5.2.6 “编辑对象显示”对话框

5.2.6 视图布局

视图布局是指在图形区同时显示多个视角的视图，一个视图布局最多允许排列九个视图。用户可以创建系统已有的视图布局，也可以自定义视图布局。

选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) 命令，系统弹出布局子菜单，可以对布局进行新建、打开、删除、保存和重新生成等操作。

下面通过图 5.2.7 所示的视图布局，说明创建视图布局的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.02.06\layout.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建布局”对话框，如图 5.2.8 所示。

步骤 03 设置视图属性。在 名称 文本框中输入新布局的名称“LAY1”，在 布置 下拉列表中选择图 5.2.8 所示的布局方式，单击 确定 按钮。

步骤 04 保存视图布局。选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) → 保存(S) 命令，保存当前视图布局。

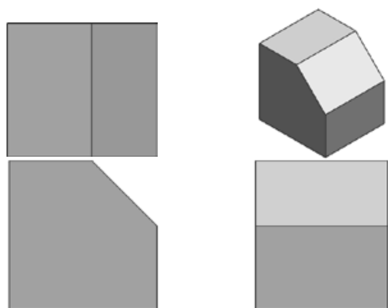


图 5.2.7　创建的布局

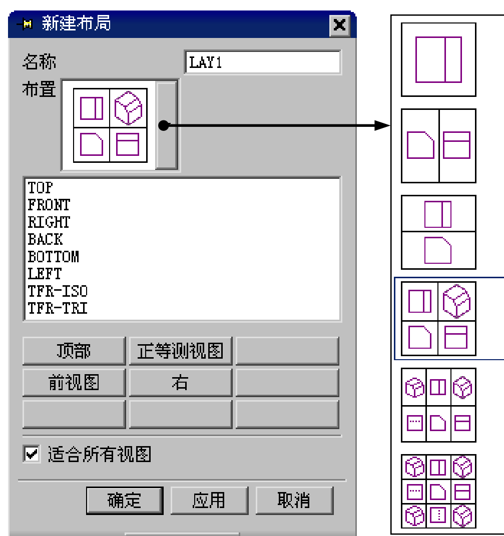


图 5.2.8　“新建布局”对话框

5.3　UG NX 中的图层管理

所谓图层，就是在空间中选择不同的图层面来存放不同的目标对象。UG NX 中的图层功能类似于设计师在透明覆盖图层上建立模型的方法，一个图层就类似于一个透明的覆盖图层；不同的是，在一个图层上的对象可以是三维空间中的对象。

在一个 UG NX 6.0 部件中，最多可以含有 256 个图层（系统已经把默认基准存放到了 61 层），每个图层上可以包含任意数量的对象。因此，在一个图层上可以含有部件中的所有对象，而部件中的对象也可以分布在任意一个或多个图层中。

在一个部件的所有图层中，只有一个图层是当前工作图层，所有操作只能在工作图层上进行，而其他图层则可以对它们的可见性、可选择性等进行设置和辅助工作。如果要在某图层中创建对象，则应在创建对象前使其成为当前工作图层。

5.3.1　工作图层

UG NX 6.0 提供了 256 个图层供使用，这些图层都必须通过选择 格式(R) 下拉菜单中的 图层设置(S)... 命令来完成所有的设置。图层的应用对于建模工作有很大的帮助。选择 图层设置(S)... 命令后，系统弹出图 5.3.1a 所示的“图层设置”对话框（一），利用该对话框，

用户可以根据需要设置图层的名称、分类、属性和状态等，也可以查询图层的信息，还可以进行有关图层的一些编辑操作。

图 5.3.1 所示的“图层设置”对话框（一）中主要选项的功能说明如下。

- 工作图层文本框：在该文本框中输入某图层号并按 Enter 键后，则系统自动将该图层设置为当前的工作图层。
- Select Layer By Range/Categor文本框：在该文本框中输入图层的种类名称后，系统会自动选取所有属于该种类的图层。
- ☐ 类别显示选项：选中此选项，图层列表将按对象的类别进行显示，如图 5.3.1b 所示。
- Category Filter文本框：主要用于输入已存在的图层种类名称来进行筛选，该文本框中系统默认为“*”，此符号表示所有的图层种类。
- 显示下拉列表：用于控制图层列表框中图层显示的情况。
  - 所有图层选项：图层状态列表框中显示所有的图层（1 到 256 层）。
  - 含有对象的图层选项：图层状态列表框中仅显示含有对象的图层。
  - 所有可选图层选项：图层状态列表框中仅显示可选择的图层。
  - 所有可见图层选项：图层状态列表框中仅显示可见的图层。

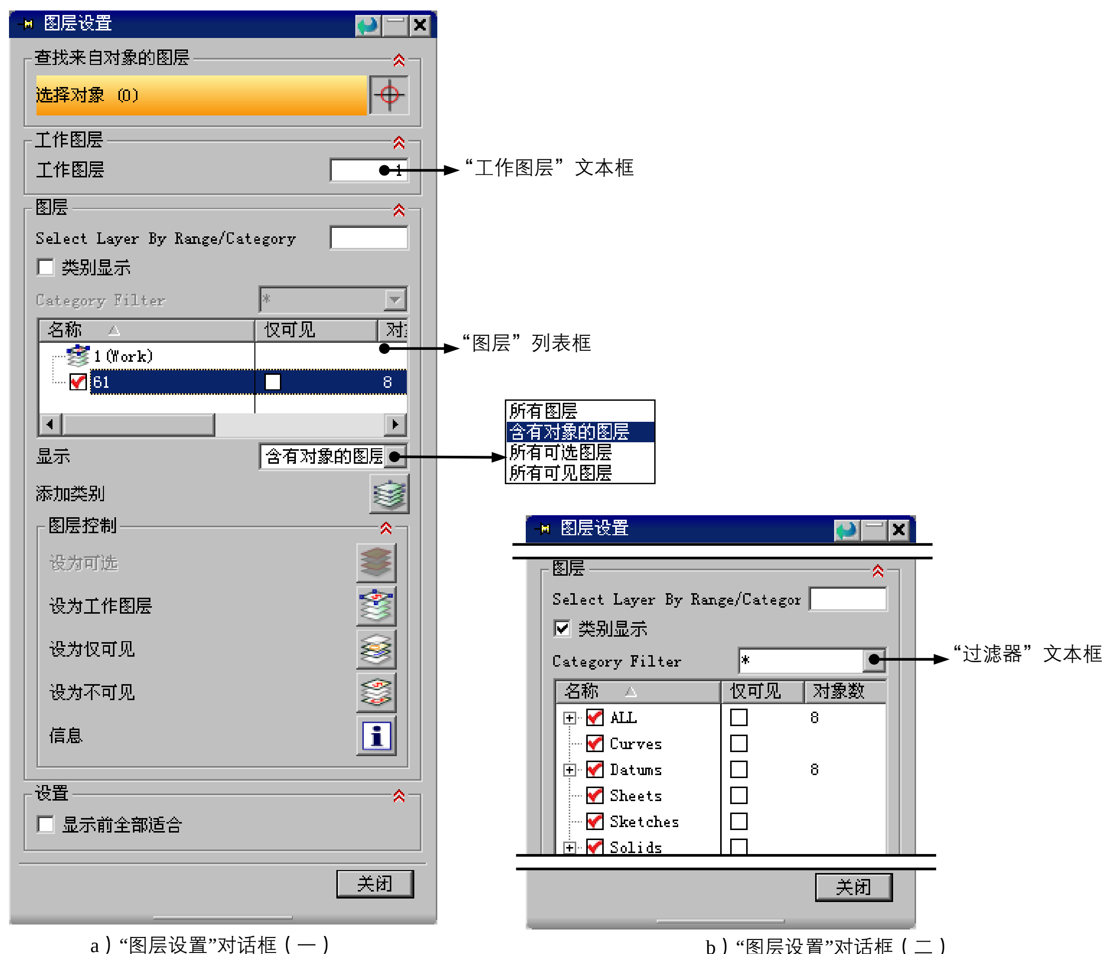


当前的工作图层在以上情况下，都会在图层列表框中显示。

- 按钮：单击此按钮可以添加新的类别层。
- 按钮：单击此按钮将被隐藏的图层设置为可选。
- 按钮：单击此按钮可将选中的图层作为工作层。
- 按钮：单击此按钮可以将选中的图层设为可见。
- 按钮：单击此按钮可以将选中的图层设为不可见。
- 按钮：单击此按钮，系统弹出“信息”窗口，该窗口能够显示此零件模型中所有图层的相关信息，如图层编号、状态和图层种类等。
- ☐ 显示前全部适合选项：选中此选项，模型将充满整个图形区。

在 UG NX 6.0 系统中，可对相关的图层分类进行管理，以提高操作的效率。例如，可设置“MODELING”“DRAFTING”和“ASSEMBLY”等图层组种类，图层组“MODELING”包括 1 到 20 层，图层组“DRAFTING”包括 21 到 40 层，图层组“ASSEMBLY”包括 41 到

60 层。当然可以根据自己的习惯来进行图层组种类的设置。当需要对某一图层组中的对象进行操作时，可以很方便地通过图层组来实现对其中各图层对象的选择。



a）"图层设置"对话框（一）　　b）"图层设置"对话框（二）

图 5.3.1　"图层设置"对话框

图层组的种类设置可以通过选择下拉菜单 格式(R) → 图层类别(C)... 命令来实现。选择该命令后，系统弹出图 5.3.2 所示的"图层类别"对话框（一），在该对话框的 类别 文本框中输入新种类的名称，单击 创建/编辑 按钮，系统弹出图 5.3.3 所示的"图层类别"对话框（二）。

图 5.3.2 所示的"图层类别"对话框（一）中主要选项的功能说明如下。

◆ 过滤器 文本框：用于输入已存在的图层种类名称来进行筛选，该文本框下方的列表框用于显示已存在的图层组种类或筛选后的图层组种类，可在该列表框中直接选取

需要进行编辑的图层组种类。

- 类别 文本框：用于输入图层组种类的名称，可输入新的种类名称来建立新的图层组种类，或是输入已存在的名称进行该图层组的编辑操作。
- 创建/编辑 按钮：用于创建新的图层组或编辑现有的图层组。单击该按钮前，必须要在类别文本框中输入名称。如果输入的名称已经存在，则可对该图层组进行编辑操作；如果所输入的名称不存在，则创建新的图层组。

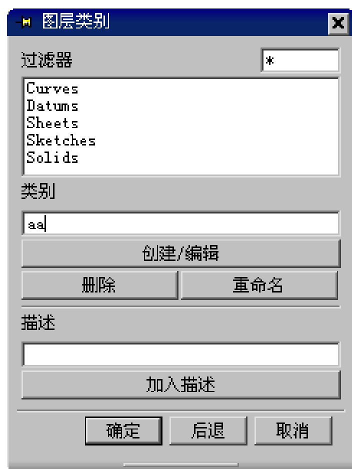


图 5.3.2 “图层类别”对话框（一）



图 5.3.3 “图层类别”对话框（二）

- 删除 按钮和 重命名 按钮：主要用于图层组种类的编辑操作。删除 按钮用于删除所选取的图层组种类；重命名 按钮用于对已存在的图层组种类重新命名。
- 描述 文本框：用于输入某图层相应的描述文字，解释该图层的含义。当输入的文字长度超出文本框的规定长度时，系统则会自动进行延长匹配，所以在使用中也可以输入比较长的描述语句。

在进行图层组种类的建立、编辑和更名的操作时，可以按照以下的方式进行。

1. 建立一个新的图层

在图 5.3.2 所示的“图层类别”对话框（一）中类别后的文本框中输入新图层的名称，还可在描述后的文本框中输入相应的描述信息。单击 确定 按钮，在弹出的图 5.3.3 所示的“图层类别”对话框（二）中，从图层列表框中选取该种类需要包括的层，先单击 添加

按钮，然后单击确定按钮完成操作，即可创建一个新的图层组。

2. 修改所选图层的描述信息

在图 5.3.2 所示的“图层类别”对话框（一）中选择需修改描述信息的图层，在描述文本框中输入相应的描述信息，然后单击确定按钮，系统便可修改所选图层的描述信息。

3. 编辑一个存在图层种类

在图 5.3.1 所示“图层设置”对话框的类别下拉列表中输入图层名称，或直接在图层组种类列表框中选择欲编辑的图层，便可对其进行编辑操作。

5.3.2 图层属性设置

选择 格式(R) → 视图中的可见层(V)... 命令，可以设置图层的可见与不可见。选择视图中的可见层(V)...命令后，系统弹出图 5.3.4 所示的“视图中可见图层”对话框，选取某个视图，单击确定按钮，系统继续弹出“视图中可见图层”对话框，单击可见按钮或不可见的按钮，可以设置该图层的可见性。

5.3.3 移动和复制对象至图层

1. 移动对象至图层

“移动至图层”功能用于把对象从一个图层移出并放置到另一个图层，一般操作步骤如下。

步骤 01 选择下拉菜单 格式(R) → 移动至图层(M)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 02 选取目标特征。首先选取目标特征，然后单击“类选择”对话框中的确定按钮，系统弹出图 5.3.5 所示的“图层移动”对话框。

步骤 03 选择目标图层或输入目标图层的编号，单击确定按钮，完成该操作。

2. 复制对象至图层

“复制至图层”功能用于把对象从一个图层复制到另一个图层，且源对象仍然保留在原来的图层上，一般操作步骤如下。

步骤 01 选择下拉菜单 格式(R) → 复制至图层(O)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 02 定义目标特征。首先单击目标特征，然后单击确定按钮，系统弹出“图层复制”对话框。

步骤 03 定义目标图层。从图层列表框中选择一个目标图层，或在数据输入字段中输入

一个图层编号。单击确定按钮，完成该操作。

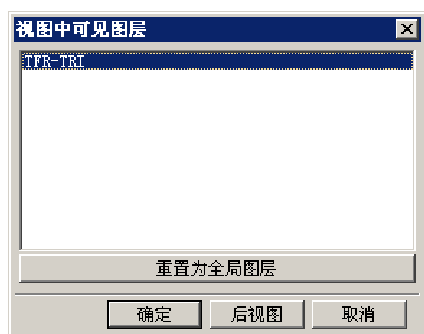


图 5.3.4 “视图中可见图层”对话框

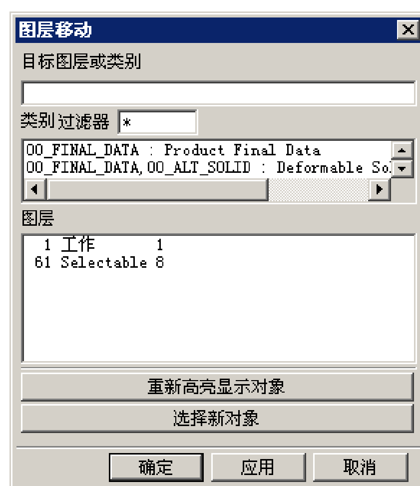


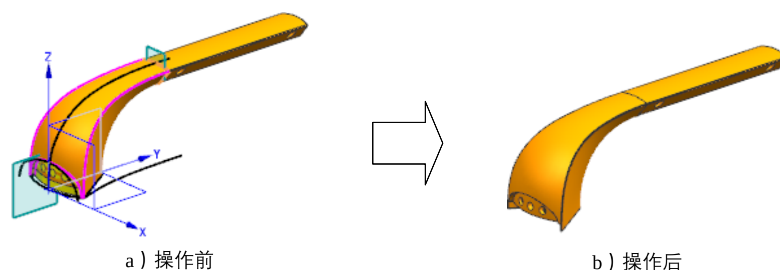
图 5.3.5 “图层移动”对话框



组件、基准轴和基准平面类型不能在图层之间复制，只能移动。

5.3.4 图层的应用

通过本章前几节的基本介绍，我们对图层的创建有了大致的了解，下面以图 5.3.6 为例，介绍使用图层工具对模型中的各种特征（草图、基准、曲线和片体）进行隐藏操作。



a）操作前　　b）操作后

图 5.3.6 图层操作

任务 01 创建图层组

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.03.04\layer.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 格式(R) → 图层类别(C)... 命令，系统弹出“图层类别”对话

框。

步骤 03 定义图层组名。在对话框的类别文本框中输入 surfaces。

步骤 04 添加图层。单击 创建/编辑 按钮，选取图层 31～40，单击 添加 按钮，单击对话框中的 确定 按钮。

任务 02 将各对象移至图层组

步骤 01 选择下拉菜单 格式(R) → 移动至图层(M)... 命令，系统弹出 “类选择”对话框。

步骤 02 选择对象类型。在“类选择”对话框中单击“类型过滤器”按钮，系统弹出“根据类型选择”对话框；选择“片体”选项，单击 确定 按钮，系统重新弹出“类选择”对话框；单击对话框中的“全选”按钮；单击 确定 按钮，系统弹出“图层移动”对话框。

步骤 03 选择图层组。在“图层移动”对话框的列表框中选择 surfaces，然后单击 确定 按钮。

任务 03 设置图层组

步骤 01 选择下拉菜单 格式(R) → 图层设置(S)... 命令，系统弹出“图层设置”对话框。

步骤 02 设置图层组状态。选中新建的图层对象，单击按钮，将图层组设置为不可见。

步骤 03 参照上述操作步骤，使用软件默认的其他类别，将草图、曲线及基准平面设置为不可见。



如果前面的所选对象已不可见，则此步就不需要进行操作。

5.4 特征的编辑与操作

特征的编辑是在完成特征的创建以后，对其中的一些参数进行修改的操作。可以对特征的尺寸、位置和先后顺序等参数进行重新编辑。在一般情况下，保留其与别的特征建立起来的关联性质，包括编辑参数、编辑定位、特征移动、特征重排序、替换特征、抑制特征、取消抑制特征、去除特征参数及特征回放等。

5.4.1 编辑参数

编辑参数用于在创建特征时使用的方式和参数值的基础上编辑特征。选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 特征(F) ➡ 编辑参数(P)... 命令，在弹出的“编辑参数”对话框中选取需要编辑的特征或在已绘图形中选择需要编辑的特征，系统会由用户所选择的特征弹出不同的对话框来完成对该特征的编辑。下面以一个范例来说明编辑参数的过程，如图 5.4.1 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.04.01\Simple Hole01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 特征(F) ➡ 编辑参数(P)... 命令，系统弹出图 5.4.2 所示的“编辑参数”对话框（一）。

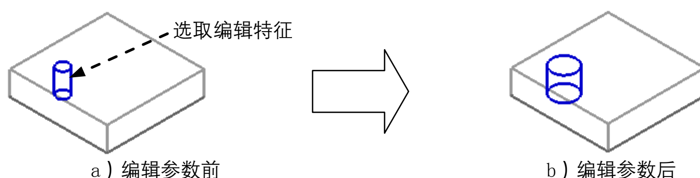


图 5.4.1 编辑参数

步骤 03 定义编辑对象。从图形区或“编辑参数”对话框（一）中选择要编辑的孔特征。单击 确定 按钮，系统弹出“孔”对话框。

步骤 04 编辑特征参数。在“孔”对话框的文本框中输入新的数值 20，单击“孔”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“编辑参数”对话框（二），如图 5.4.3 所示。

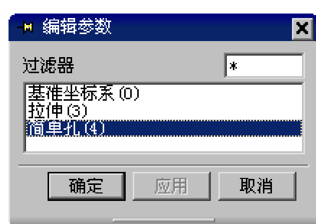


图 5.4.2 “编辑参数”对话框（一）

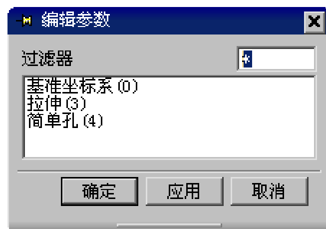
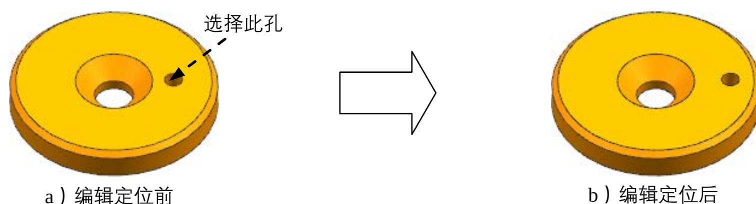


图 5.4.3 “编辑参数”对话框（二）

步骤 05 在弹出的“编辑参数”对话框（二）中单击 确定 按钮，完成编辑参数的操作。

5.4.2 编辑位置

编辑位置命令用于对目标特征重新定义位置，包括修改、添加和删除定位尺寸。下面以一个范例来说明特征编辑定位的过程，如图 5.4.4 所示。



a）编辑定位前　　b）编辑定位后

图 5.4.4　编辑位置

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.04.02\edit_position.prt。

步骤 02　选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 编辑位置(O)... 命令，系统弹出“编辑位置”对话框。

步骤 03　定义编辑对象。在模型上选取图 5.4.4a 所示的孔特征，单击 确定 按钮。

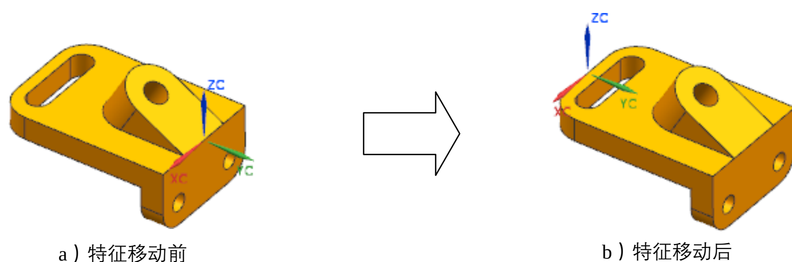
步骤 04　编辑特征参数。单击 编辑尺寸值 按钮，系统弹出“编辑表达式”对话框，将文本框中的数值“10”改为数值“12.5”，单击三次 确定 按钮，完成编辑特征的定位。

5.4.3　特征移动

特征移动用于把无关联的特征移到需要的位置。下面以一个范例来说明特征移动的操作步骤，如图 5.4.5 所示。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.04.03\move.prt。

步骤 02　选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 移动(M)... 命令，系统弹出“移动特征”对话框。



a）特征移动前　　b）特征移动后

图 5.4.5　移动特征

步骤 03　定义移动对象。在“移动特征”对话框中选取基准坐标系为移动对象，单击 确定 按钮。

步骤 04　编辑移动参数。在“移动特征”对话框的 DXC 文本框中输入数值 0，在 DYC 文本框中输入数值 60，在 DZC 文本框中输入数值 0，单击 确定 按钮，完成特征的移动操作。

5.4.4 特征重新排序

特征重排序可以改变特征应用于模型的次序，即将重定位特征移至选定的参考特征之前或之后。对具有关联性的特征重排序以后，与其关联特征也被重排序。下面以一个范例来说明“特征重排序”的操作步骤，如图 5.4.6 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.04.04\Simple Hole02.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 重排序(R)... 命令，系统弹出“特征重排序”对话框，如图 5.4.7 所示。

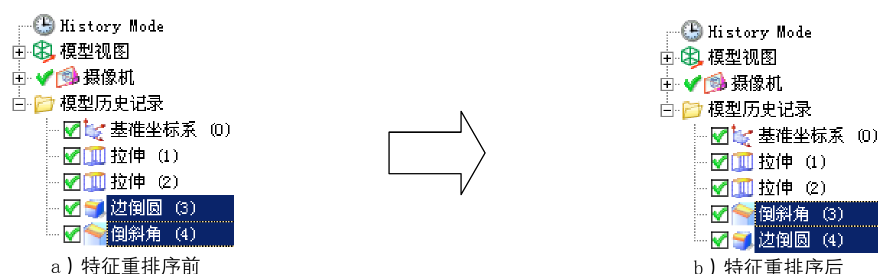


图 5.4.6 模型树

步骤 03 根据系统 选择参考特征 的提示，在该对话框的 过滤器 列表框中选取 倒斜角(4) 选项为参考特征（图 5.4.7），或在已绘图形中选择需要的特征（图 5.4.8），在 选择方法 下拉列表中选取 ⊙ 在后面 单选项。

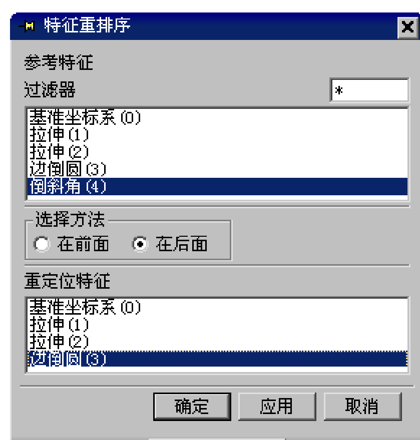


图 5.4.7 “特征重排序”对话框

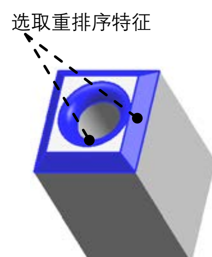


图 5.4.8 选取要重排序的特征

步骤 04 在 重定位特征 列表框中将会出现位于该特征前面的所有特征，根据系统

选择重定位特征的提示，在该列表框中选取边倒圆(3)选项为需要重排序的特征（图 5.4.8），在选择方法下拉列表中选取 ⊙ 在后面单选项，将其移至前面所选取的特征之后。

步骤 05 单击确定按钮，完成特征的重排序。

图 5.4.7 所示的“特征重排序”对话框中选择方法下拉列表的说明如下。

- ⊙ 在前面单选项：选中的重定位特征被移动到参考特征之前。
- ⊙ 在后面单选项：选中的重定位特征被移动到参考特征之后。

5.4.5 特征的抑制与取消抑制

特征的抑制操作可以从目标特征中移除一个或多个特征，当抑制相互关联的特征时，关联的特征也将被抑制。当取消抑制后，特征及与之关联的特征将显示在图形区。下面以一个范例来说明应用抑制特征和取消抑制操作的过程，如图 5.4.9 所示。

1. 抑制特征

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.04.05\Simple Hole03.prt。

步骤 02 选择下拉菜单编辑(E) → 特征(F) → 抑制(S)...命令，系统弹出“抑制特征”对话框，如图 5.4.10 所示。

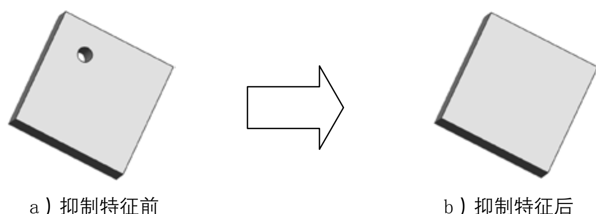


图 5.4.9 抑制特征

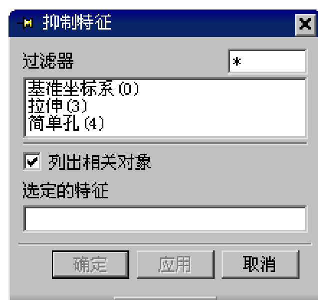


图 5.4.10 “抑制特征”对话框

步骤 03 定义抑制对象。选取图 5.4.11 所示的特征。

步骤 04 单击确定按钮，完成抑制特征的操作，如图 5.4.9b 所示。

2. 取消抑制特征

步骤 01 选择下拉菜单编辑(E) → 特征(F) → 取消抑制(U)...命令，系统弹出“取消抑制特征”对话框，如图 5.4.12 所示。

步骤 02 在该对话框中选取需要取消抑制的特征，单击确定按钮，完成取消抑制特征的操作（图 5.4.9a），模型恢复到初始状态。

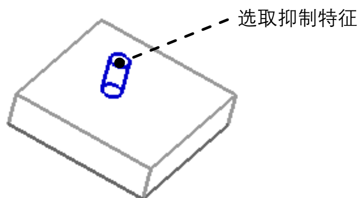


图 5.4.11　选取抑制特征



图 5.4.12　“取消抑制特征”对话框

5.5　基准特征

5.5.1　基准平面

基准平面也称为基准面，是用户在创建特征时的一个参考面，同时也是一个载体。如果在创建一般特征时，模型上没有合适的平面，则用户既可以创建基准平面作为特征截面的草图平面或参照平面；也可以根据一个基准平面进行标注，此时它就好像是一条边。并且基准平面的大小是可以调整的，以使其看起来更适合零件、特征、曲面、边、轴或半径。若要选择一个基准平面，则既可以在模型树中单击其名称，也可在图形区中选择它的一条边界。UG NX 6.0 中有两种类型的基准平面：相对的和固定的。

相对基准平面：相对基准平面是根据模型中的其他对象而创建的。可使用曲线、面、边缘、点及其他基准作为基准平面的参考对象，创建跨过多个个体的相对基准平面。

固定基准平面：固定基准平面不作为参考，也不受其他几何对象的约束，但在用户定义特征中使用除外。可使用任意相对基准平面方法创建固定基准平面，方法是取消选择“基准平面”对话框中的☑ 关联复选框；还可根据 WCS 和绝对坐标系并通过改变方程式中的系数，使用一些特殊方法创建固定基准平面。

1. 使用“按某一距离”方法创建基准平面

使用“按某一距离”方法创建基准平面是指创建一个与指定平面平行且相距一定距离的基准平面。下面以图 5.5.1 所示的实例，说明使用“按某一距离”方法创建基准平面的一般过程。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.01\datum_plane_01.prt。

步骤 02　选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 基准平面(D)... 命令，系统弹出图 5.5.2 所示的“基准平面”对话框。

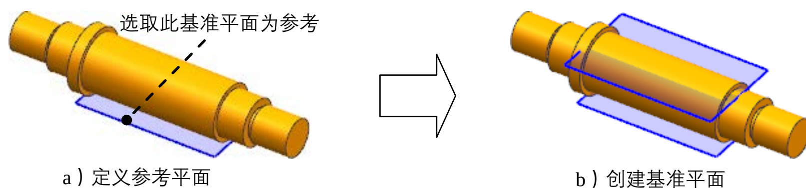


图 5.5.1　利用“按某一距离”创建基准平面

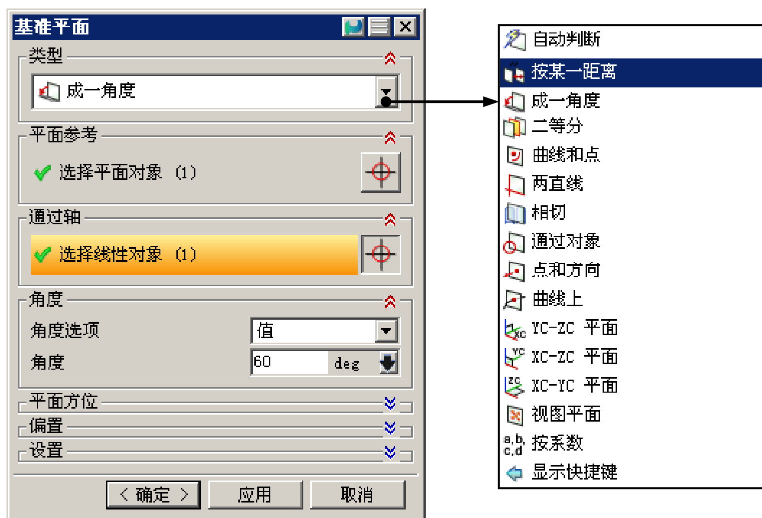


图 5.5.2　“基准平面”对话框

步骤 03 定义创建方式。在类型区域的下拉列表中选择按某一距离选项，选取图 5.5.1a 所示的基准平面为参照。

步骤 04 在弹出的距离动态输入框内输入数值 21，单击按钮，然后单击“基准平面”对话框中的< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，结果如图 5.5.1b 所示。

图 5.5.2 所示“基准平面”对话框中部分选项及按钮的功能说明如下。

- 自动判断：通过选择的对象自动判断约束条件。例如，当选取一个表面或基准平面时，系统自动生成一个预览基准平面，可以输入偏置值和数量来创建基准平面。
- 点和方向：通过定义一个点和一个方向来创建基准平面。定义的点既可以是使用点构造器创建的点，也可以是曲线或曲面上的点；定义的方向既可以通过选取的对象自动判断，也可以使用矢量构造器来构建。
- 曲线上：创建一个经过曲线上的点并在此点与曲线法向方向垂直或相切的基准平面。

◆ 按某一距离：通过输入偏置值创建与已知平面（基准平面或零件表面）平行的基准平面。

◆ 成一角度：通过输入角度值创建与已知平面成一个角度的基准平面。首先选择一个平面或基准平面，然后选择一个与所选面平行的线性曲线或基准轴，以定义旋转轴。

◆ 曲线和点：用此方法创建基准平面的步骤为首先指定一个点，然后指定第二个点或者一条直线、线性边、基准轴、面等。如果选择直线、基准轴、线性曲线或特征的边缘作为第二个对象，则基准平面同时通过这两个对象；如果选择一般平面或基准平面作为第二个对象，则基准平面通过第一个点，但与第二个对象平行；如果选择两个点，则基准平面通过第一个点并垂直于这两个点所定义的方向；如果选择三个点，则基准平面通过这三个点。

◆ 两直线：通过选择两条现有直线，或直线与线性边、面的法向向量或基准轴的组合创建基准平面。创建的基准平面包含第一条直线且平行于第二条直线。如果两条直线共面，则创建的基准平面将同时包含这两条直线。否则，还会有下面两种可能的情况。

● 这两条线不垂直。创建的基准平面包含第二条直线且平行于第一条直线。
● 这两条线垂直。创建的基准平面包含第一条直线且垂直于第二条直线，或是包含第二条直线且垂直于第一条直线（可以使用循环解实现）。

◆ 通过对象：根据选定的对象平面创建基准平面，对象包括曲线、边缘、面、基准、平面、圆柱、圆锥或回转面的轴、基准坐标系、坐标系及球面和回转曲面。如果选择圆锥面或圆柱面，则在该面的轴线上创建基准平面。

◆ XC-YC 平面：沿工作坐标系（WCS）或绝对坐标系（ABS）的 XC-YC 轴创建一个固定的基准平面。

◆ XC-ZC 平面：沿工作坐标系（WCS）或绝对坐标系（ABS）的 XC-ZC 轴创建一个固定的基准平面。

◆ YC-ZC 平面：沿工作坐标系（WCS）或绝对坐标系（ABS）的 YC-ZC 轴创建一个固定的基准平面。

◆ 视图平面：创建平行于视图平面并穿过绝对坐标系（ACS）原点的固定基准平面。

◆ 按系数：通过使用系数 A、B、C 和 D 指定一个方程的方式，创建固定基准平面，该基准平面由方程 ax+ by+cz=d 确定。

2. 使用“成一角度”方法创建基准平面

用“成一角度”创建基准平面方法是指选择一指定平面绕一轴旋转一定角度来创建基准平面。下面以图 5.5.3 所示的实例来说明创建基准平面的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.01\define_plane.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，系统弹出图 5.5.4 所示的“基准平面”对话框。

步骤 03 选择创建基准平面的方法。在“基准平面”对话框的类型下拉列表中选择 成一角度 选项，如图 5.5.4 所示。

步骤 04 定义参考对象。选取上平面为参考平面，选取与平面平行的一边为参考轴，如图 5.5.3a 所示。

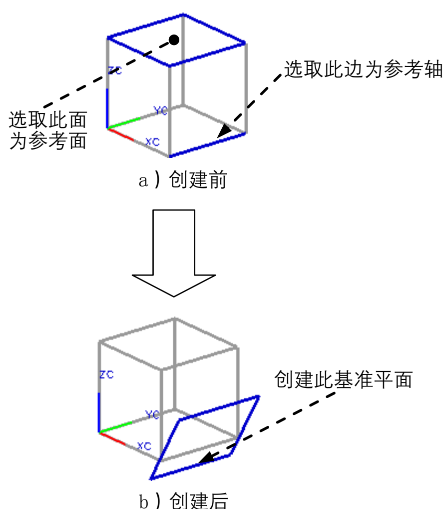


图 5.5.3　创建基准平面



图 5.5.4　“基准平面”对话框

步骤 05 定义参数。在弹出的动态输入框内输入角度值 60，单击 确定 按钮，完成基准平面的创建。

3. 使用“二等分”方法创建基准平面

用“二等分”创建基准平面是指创建一个与指定两平面相距相等距离的基准平面。下面以图 5.5.5 所示的实例来说明用“二等分”创建基准平面的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.01\datum_plane_03.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，系

统弹出“基准平面”对话框。

步骤 03 定义创建方式。在类型下拉列表中选择二等分选项，选取图 5.5.5a 所示的平面为参照面。

步骤 04 单击< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，如图 5.5.5b 所示。

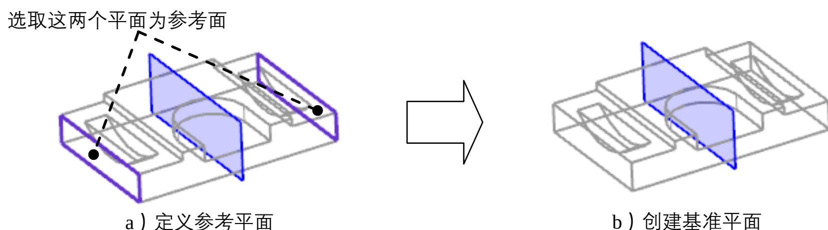


图 5.5.5　利用“二等分”创建基准平面

4. 控制基准平面的显示大小

尽管基准平面实际上是一个无穷大的平面，但在默认情况下，系统根据模型大小对其进行缩放显示。显示的基准平面的大小随零件尺寸而改变。除了那些即时生成的平面以外，其他所有基准平面的大小都可以调整，以适应零件、特征、曲面、边、轴或半径。改变基准平面大小的方法是：双击基准平面，用鼠标拖动基准平面的控制点即可改变其大小（图 5.5.6）。

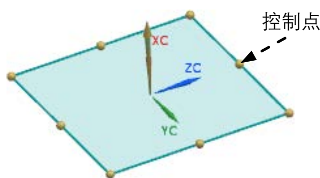


图 5.5.6　控制基准平面的大小

5.5.2　基准轴

基准轴既可以是相对的，也可以是固定的。以创建的基准轴为参考对象，可以创建其他对象，比如基准平面、回转体或拉伸特征等。

1. 使用“两点”创建基准轴

使用“两点”创建基准轴是指根据选择的两个点来创建基准轴。下面通过图 5.5.7 所示的实例来说明使用“两点”创建基准轴的一般操作步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.02\define_axis.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 基准/点(D) ▸ ➡ 基准轴(A)...命令，

系统弹出图 5.5.8 所示的“基准轴”对话框。

步骤 03 选择“两点”方式来创建基准轴。在“基准轴”对话框的类型下拉列表中选择两点选项，如图 5.5.8 所示。

步骤 04 定义参考点。选取立方体两个端点为参考点，如图 5.5.7 a 所示（创建的基准轴与选择点的先后顺序有关，可以通过单击“基准轴”对话框中的“反向”按钮调整其方向）。

步骤 05 单击确定按钮，完成基准轴的创建。

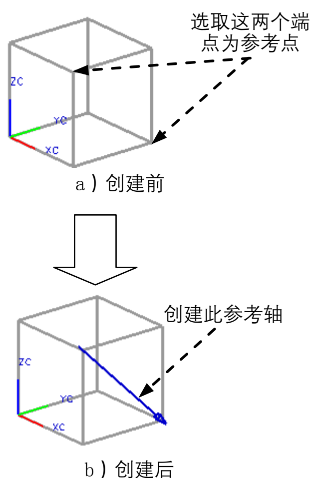


图 5.5.7　创建基准轴



图 5.5.8　“基准轴”对话框

图 5.5.8 所示的“基准轴”对话框中各选项的功能说明如下。

- 自动判断：系统根据选择的对象自动判断约束。
- 交点：通过两个相交平面创建基准轴。
- 曲线/面轴：创建一个起点在选择曲线上的基准轴。
- 曲线上矢量：创建与曲线的某点相切、垂直，或者与另一对象垂直或平行的基准轴。
- XC 轴：选择该选项，读者可以沿 XC 方向创建基准轴。
- YC 轴：选择该选项，读者可以沿 YC 方向创建基准轴。
- ZC 轴：选择该选项，读者可以沿 ZC 方向创建基准轴。
- 点和方向：通过定义一个点和一个矢量方向来创建基准轴。通过曲线、边或曲面上的一点，可以创建一条平行于线性几何体或基准轴、面轴，或垂直于一个曲面的基准轴。
- 两点：通过定义轴通过的两点来创建基准轴。第一点必须为基点，第二点定义了从第一点到第二点的方向。

2. 使用“曲线/面轴”创建基准轴

用“曲线/面轴”可以创建一个与选定的曲线/面的轴共线的基准轴，下面通过图 5.5.9 所示的实例来说明用“曲线/面轴”创建基准轴的一般过程。

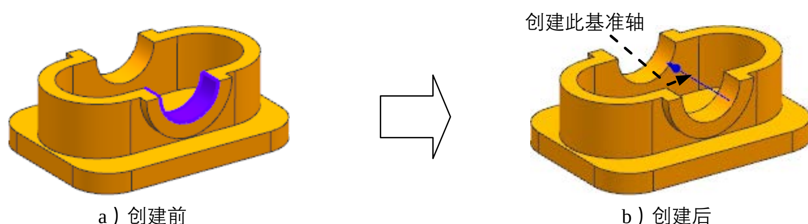


图 5.5.9 利用“曲线/面轴”创建基准轴

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.02\datum_axis02.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准轴(A)... 命令，系统弹出“基准轴”对话框。

步骤 03 定义创建方法。在 类型 下拉列表中选择 曲线/面轴 选项，选取图 5.5.9a 所示的曲面为参考对象；调整基准轴的方向使其与-YC 轴正方向同向。

步骤 04 单击 < 确定 > 按钮，完成基准轴的创建。

5.5.3 基准点

基准点用来为网格生成加载点，在绘图中连接基准目标和注释、创建坐标系及管道特征轨迹，也可以在基准点处放置轴、基准平面、孔和轴肩。

默认情况下，UG NX 6.0 将一个基准点显示为加号“+”，其名称显示为 point (n)，其中 n 是基准点的编号。若要选取一个基准点，则可以选择基准点自身或其名称。

1. 使用坐标值创建基准点

无论用哪种方式创建点，得到的点都有其唯一的坐标值与之相对应，只是不同方式的操作步骤和简便程度不同。在可以通过其他方式方便快捷地创建点时就没有必要再通过给定点的坐标值来创建。仅推荐读者在确定点的坐标值时使用此方式。

本节将创建如下几个点：坐标值分别是 (20.0，10.0，50.0)、(100.0，30.0，10.0)、(-20.0，10.0，100.0) 和 (60.0，100.0，50.0)，操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.03\point_01.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统

弹出“点”对话框。

步骤 03 在“点”对话框的 X 、 Y 、 Z 文本框中输入相应的坐标值，单击 < 确定 > 按钮，完成四个点的创建，结果如图 5.5.10 所示。

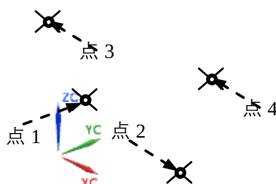


图 5.5.10 利用坐标值创建点

2. 在曲线上创建点

用位置的参数值在曲线或边上创建点，该位置参数值确定从一个顶点开始沿曲线的长度。下面通过图 5.5.11 所示的实例来说明用“点在曲线/边上”创建点的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.03\point_02.prt。

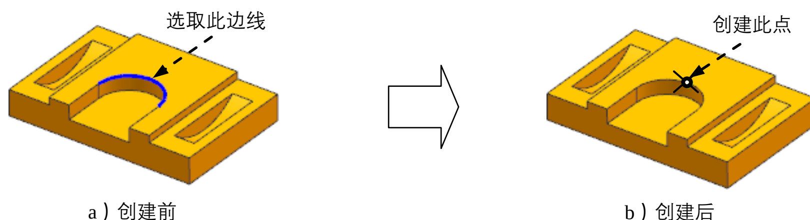


图 5.5.11 创建点

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。

步骤 03 定义点的类型。在“点”对话框 类型 区域的下拉列表中选择 点在曲线/边上 选项。

步骤 04 定义参考曲线。选取图 5.5.11a 所示的边线为参考曲线。

步骤 05 定义点的位置。在对话框 曲线上的位置 区域的 U 向参数 文本框中输入数值 0.5。

步骤 06 单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建。



“点”对话框 设置 区域中的 ☑ 关联 复选框控制所创建的点与所选取的参考曲线是否参数相关联。选中此选项则创建的点与参考直线参数相关，取消此选项的选取则创建的点与参考曲线参数不相关联。以下如不作具体说明，都为接受系统默认，即选中 ☑ 关联 选项。

3. 过中心点创建点

过中心点创建点是指在一条弧、一个圆或一个椭圆图元的中心处可以创建点。下面以一个范例来说明过中心点创建点的一般过程。如图 5.5.12b 所示，现需要在模型表面孔的圆心处创建一个点，操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.03\point_03.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。

步骤 03 在对话框 类型 区域的下拉列表中选择 圆弧中心/椭圆中心/球心 选项，选取图 5.5.12a 所示的模型边线，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建，如图 5.5.12b 所示。

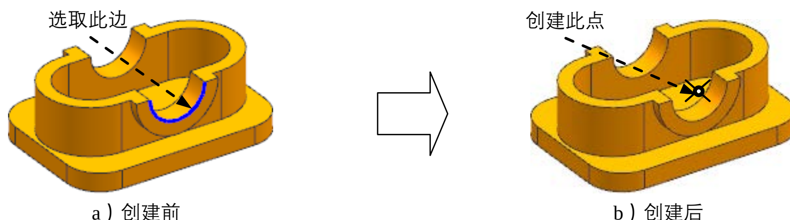


图 5.5.12　过中心创建点

5.5.4　创建点集

“创建点集”是指在现有的几何体上创建一系列的点，它可以是曲线上的点，也可以是曲面上的点。本小节将介绍一些常用的点集的创建方法。

1. 曲线上的点

下面以图 5.5.13 所示的范例来说明创建点集的一般过程，操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.04\point_set_01.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点集(S)... 命令，系统弹出“点集”对话框。

步骤 03 定义点集的类型。选择“点集”对话框 类型 区域中的 曲线点 选项，在对话框 子类型 下的 曲线点产生方法 的下拉列表中选择 等弧长 选项。

步骤 04 在图形区中选取图 5.5.13a 所示的曲线。

步骤 05 设置参数。在 点数 文本框中输入数值 10，其余选项接受系统默认的设置值，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建。隐藏源曲线后的结果如图 5.5.13b 所示。

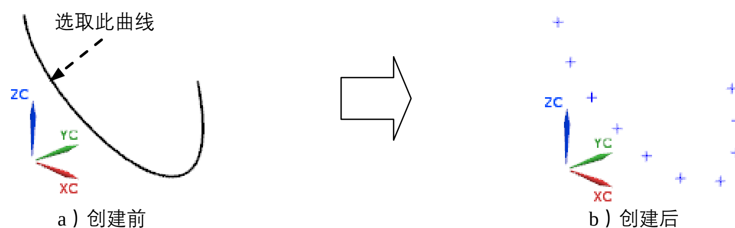


图 5.5.13 创建点集

2. 面上的点

面上的点是指在现有的面上创建点集。下面以一个范例来说明用“面上的点”创建点集的一般过程，如图 5.5.14 所示，其操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.05\point_set_02.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点集(S)... 命令，系统弹出“点集”对话框，选择“点集”对话框类型区域中的 面的点 选项。

步骤 03 选取图 5.5.14a 所示的曲面，在 U 文本框中输入数值 8.0，在 V 文本框中输入数值 8.0，其余选项保持系统默认的设置。

步骤 04 单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建，如图 5.5.14b 所示。

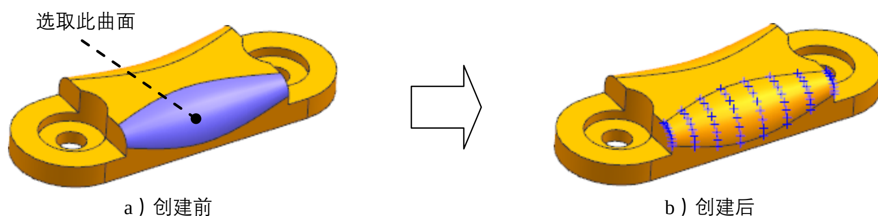


图 5.5.14 创建基准点

5.5.5 基准坐标系

坐标系是可以增加到零件和装配件中的参照特征，它可用于：

- 计算质量属性。
- 装配元件。
- 为“有限元分析（FEA）”放置约束。
- 为刀具轨迹提供制造操作参照。
- 定位其他特征的参照（坐标系、基准点、平面和轴线、输入的几何等）。

在 UG NX 6.0 系统中，可以使用下列三种形式的坐标系。

- 绝对坐标系（ACS）。系统默认的坐标系，其坐标原点不会变化，在新建文件时系

统会自动产生绝对坐标系。

◆ 工作坐标系（WCS）。系统提供给用户的坐标系，用户可根据需要移动它的位置来设置自己的工作坐标系。

◆ 基准坐标系（CSYS）。该坐标系常用于模具设计和数控加工等操作。

1. 使用三个点创建坐标系

根据所选的三个点来定义坐标系，X 轴是从第一点到第二点的矢量，Y 轴是第一点到第三点的矢量，原点是第一点。下面以一个范例来说明用三点创建坐标系的一般过程，其操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.06\csys_create_01.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，系统弹出图 5.5.15 所示的“基准 CSYS”对话框。



图 5.5.15 “基准 CSYS”对话框

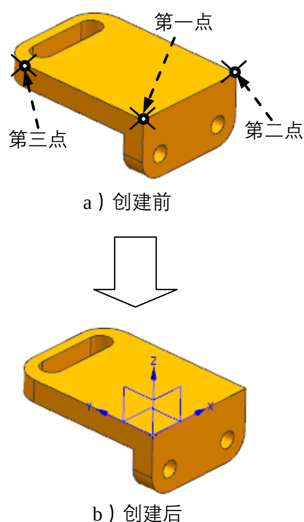


图 5.5.16 创建基准坐标系

步骤 03 在“基准 CSYS”对话框的类型下拉列表中选择 原点，X 点，Y 点 选项，选取图 5.5.16a 所示的三点，其中 X 轴是从第一点到第二点的矢量；Y 轴是从第一点到第三点的矢量；原点是第一点。

步骤 04 单击 < 确定 > 按钮，完成基准坐标系的创建，如图 5.5.16b 所示。

图 5.5.15 所示“基准 CSYS”对话框中部分选项的功能说明如下。

- 自动判断：创建一个与所选对象相关的 CSYS，或通过 x、y 和 z 分量的增量来创建 CSYS。实际所使用的方法是基于所选择的对象和选项。要选择当前的 CSYS，可选择自动判断的方法。
- 原点，X 点，Y 点：根据选择的三个点或创建三个点来创建 CSYS。要想指定三个点，可以使用点方法选项或使用相同功能的菜单，打开“点构造器”对话框。X 轴是从第一点到第二点的矢量；Y 轴是从第一点到第三点的矢量；原点是第一点。
- 三平面：根据所选择的三个平面来创建 CSYS。X 轴是第一个“基准平面/平的面”的法线；Y 轴是第二个“基准平面/平的面”的法线；原点是这三个基准平面/平的面的交点。
- X 轴，Y 轴，原点：根据所选择或定义的一点和两个矢量来创建 CSYS。选择的两个矢量作为坐标系的 X 轴和 Y 轴；选择的点作为坐标系的原点。
- Z 轴，X 轴，原点：根据所选择或定义的一点和两个矢量来创建 CSYS。选择的两个矢量作为坐标系的 Z 轴和 X 轴；选择的点作为坐标系的原点。
- Z 轴，Y 轴，原点：根据所选择或定义的一点和两个矢量来创建 CSYS。选择的两个矢量作为坐标系的 Z 轴和 Y 轴；选择的点作为坐标系的原点。
- 平面，X 轴，点：根据所选择的一个平面、X 轴和原点来创建 CSYS。其中选择的平面为 Z 轴平面，选取的 X 轴方向即为 CSYS 中 X 轴方向，选取的原点为 CSYS 的原点。
- 绝对 CSYS：指定模型空间坐标系作为坐标系。X 轴和 Y 轴是“绝对 CSYS”的 X 轴和 Y 轴，原点为“绝对 CSYS”的原点。
- 当前视图的 CSYS：将当前视图的坐标系设置为坐标系。X 轴平行于视图底部；Y 轴平行于视图的侧面；原点为视图的原点（图形屏幕中间）。如果通过名称来选择，CSYS 将不可见或在不可选择的层中。
- 偏置 CSYS：根据所选择的现有基准 CSYS 的 x、y 和 z 的增量来创建 CSYS。
- 比例因子：使用此选项更改基准 CSYS 的显示尺寸。每个基准 CSYS 都可具有不同的显示尺寸。显示大小由比例因子参数控制，1 为基本尺寸。如果指定比例因子为 0.5，则得到的基准 CSYS 将是正常大小的一半；如果指定比例因子为 2，则得到的基准 CSYS 将是正常比例大小的两倍。



在建模过程中，经常需要对工作坐标系进行操作，以便于建模。选择下拉菜单 格式(R) → WCS ▸ → 定向(N)... 命令，系统弹出图 5.5.17 所示的“CSYS”对话框，对所建的工作坐标系进行操作。该对话框的上部为创建坐标系的各种方式的按钮，其他选项为涉及的参数。其创建的操作步骤和创建基准坐标系一致。

图 5.5.17 所示“CSYS”对话框的类型下拉列表中部分选项说明如下。

- X 轴，Y 轴：通过两个矢量来创建一个坐标系。坐标系的原点为第一矢量与第二矢量的交点，XC-YC 平面为第一矢量与第二矢量所确定的平面，X 轴正向为第一矢量方向，从第一矢量至第二矢量按右手螺旋法则确定 Z 轴的正向。
- Z 轴，X 点：通过选择或创建一个矢量和一个点来创建一个坐标系。Z 轴正向为矢量的方向，X 轴正向为沿点和矢量的垂线指向定义点的方向，Y 轴正向由从 Z 轴至 X 轴按右手螺旋法则确定，原点为三个矢量的交点。
- 对象的 CSYS：用选择的平面曲线、平面或工程图来创建坐标系，XC-YC 平面为对象所在的平面。

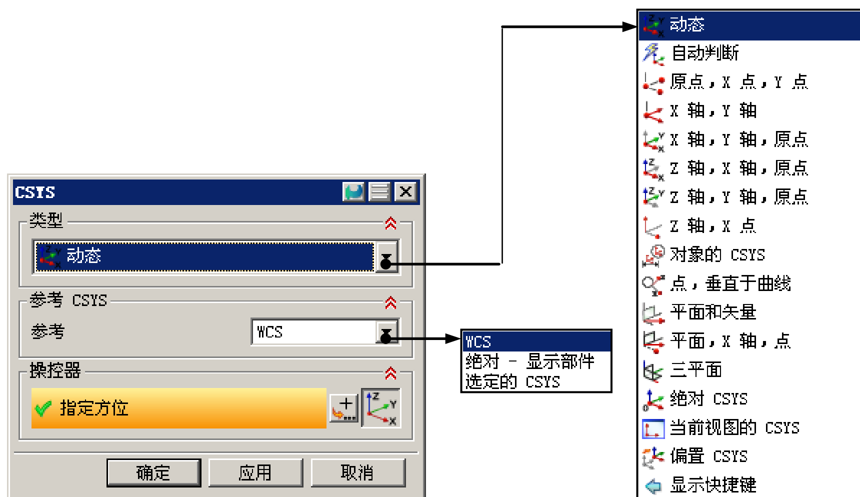


图 5.5.17 “CSYS”对话框

- 点，垂直于曲线：利用所选曲线的切线和一个点的方法来创建一个坐标系。原点为切点，曲线切线的方向即为 Z 轴矢量，X 轴正向为沿点到切线的垂线指向点的方向，Y 轴正向由从 Z 轴至 X 轴矢量按右手螺旋法则确定。
- 平面和矢量：通过选择一个平面、选择或创建一个矢量来创建一个坐标系。X 轴正向为面的法线方向，Y 轴为矢量在平面上的投影，原点为矢量与平面的交点。

- 自动判断：通过选择的对象或输入坐标分量值来创建一个坐标系。
- 原点，X 点，Y 点：通过三个点来创建一个坐标系。这三点依次是原点、X 轴方向上的点和 Y 轴方向上的点。第一点到第二点的矢量方向为 X 轴正向，Z 轴正向由第二点到第三点按右手定则来确定。
- X 轴，Y 轴，原点：创建一点作为坐标系原点，再选取或创建两个矢量来创建坐标系。X 轴正向平行于第一矢量方向，XC-YC 平面平行于第一矢量与第二矢量所在平面，Z 轴正向由从第一矢量在 XC-YC 平面上的投影矢量至第二矢量在 XC-YC 平面上的投影矢量，按右手定则确定。
- 三平面：通过依次选择三个平面来创建一个坐标系。三个平面的交点为坐标系的原点，第一个平面的法向为 X 轴，第一个平面与第二个平面的交线为 Z 轴。
- 绝对 CSYS：在绝对坐标系原点（0，0，0）处创建一个坐标系，即与绝对坐标系重合的新坐标系。
- 当前视图的 CSYS：用当前视图来创建一个坐标系。当前视图的平面即为 XC-YC 平面。



"CSYS"对话框中的一些选项与"基准 CSYS"对话框中的相同，此处不再赘述。

2. 使用三个平面创建坐标系

用三个平面创建坐标系是指选择三个平面（模型的表平面或基准面），其交点成为坐标原点，选定的第一个平面的法向定义一个轴的方向，第二个平面的法向定义另一轴的大致方向，系统会自动按右手定则确定第三轴。

如图 5.5.18b 所示，现需要在三个垂直平面（平面 1、平面 2 和平面 3）的交点上创建一个坐标系，操作步骤如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.05.06\csys_create_02.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，系统弹出"基准 CSYS"对话框。

步骤 03 在对话框 类型 区域的下拉列表中选择 三平面 选项。选取图 5.5.18a 所示的三个平面为基准坐标系的参考平面，其中 X 轴是平面 1 的法向矢量，Y 轴是平面 2 的法向矢量，原点为三个平面的交点。

步骤 04 单击 < 确定 > 按钮，完成基准坐标系的创建（图 5.5.18b）。

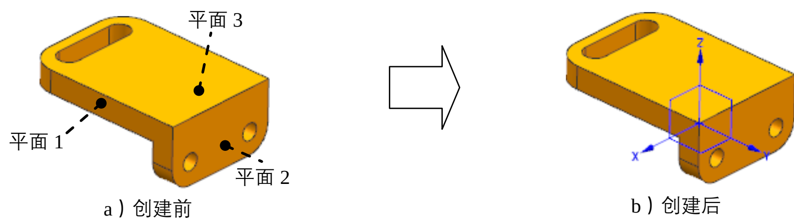


图 5.5.18　创建基准坐标系

3. 创建绝对坐标系

在绝对坐标系的原点处可以定义一个新的坐标系，X 轴和 Y 轴分别是绝对坐标系的 X 轴和 Y 轴，原点为绝对坐标系的原点。在 UG NX 6.0 中创建绝对坐标系时可以选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，在系统弹出的“基准 CSYS”对话框类型区域的下拉列表中选择 绝对 CSYS 选项；然后单击 < 确定 > 按钮即可。

5.6　孔特征

在 UG NX 6.0 中，可以创建以下三种类型的孔特征（Hole）。

- 简单孔：具有圆形截面的切口，它始于放置曲面并延伸到指定的终止曲面或用户定义的深度。创建时要指定“直径”“深度”和“尖端尖角”。
- 埋头孔：该选项允许用户创建指定“孔直径”“孔深度”“尖角”“埋头直径”和“埋头深度”的埋头孔。
- 沉头孔：该选项允许用户创建指定“孔直径”“孔深度”“尖角”“沉头直径”和“沉头深度”的沉头孔。

下面以图 5.6.1 所示的零件为例，说明在一个模型上添加孔特征（简单孔）的一般操作过程。

1. 打开一个已有的零件模型

打开文件 D:\ugsd60\work\ch05.06\hole.prt。

2. 添加孔特征（简单孔）

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 孔(H)... 命令（或在“特征”工具条中单击按钮），系统弹出“孔”对话框，如图 5.6.2 所示。

步骤 02 选取孔的类型。在“孔”对话框的类型下拉列表中选择 常规孔 选项。

步骤 03 定义孔的放置位置。首先确认“选择条”工具条中的按钮被按下，选择图

5.6.3 所示的圆的圆心为孔的放置位置。

步骤 04 定义孔参数。在 直径 文本框中输入值 8，在 深度限制 下拉列表中选择 贯通体 选项。

步骤 05 完成孔的创建。对话框中的其余设置保持系统默认，单击 确定 按钮，完成孔特征的创建。

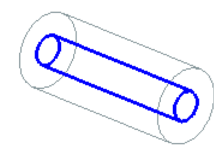


图 5.6.1 创建孔特征

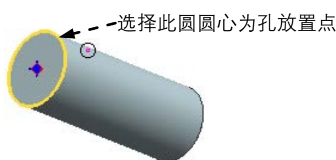


图 5.6.3 选取放置点

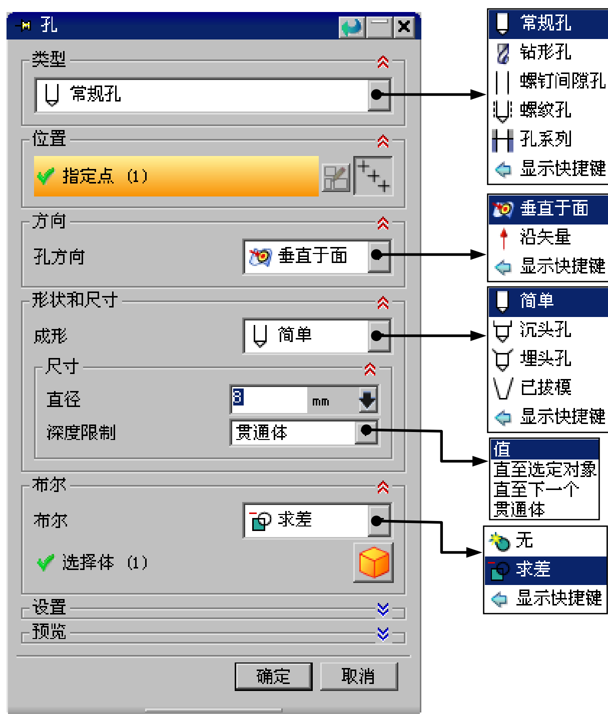


图 5.6.2 “孔”对话框

图 5.6.2 所示的“孔”对话框中部分选项的功能说明如下。

◆ 类型 下拉列表。

- 常规孔：创建指定尺寸的简单孔、沉头孔、埋头孔或锥孔特征等，常规孔可以是盲孔、通孔或指定深度条件的孔。
- 钻形孔：根据 ANSI 或 ISO 标准创建简单钻形孔特征。
- 螺钉间隙孔：创建简单、沉头或埋头通孔，它们是为具体应用而设计的，如螺钉间隙孔。
- 螺纹孔：创建螺纹孔，其尺寸标注由标准、螺纹尺寸和径向进刀等参数控制。
- 孔系列：创建起始、中间和结束孔尺寸一致的多形状、多目标体的对齐

孔。

◆ 位置下拉列表。

- 按钮：单击此按钮，打开“创建草图”对话框，并通过指定放置面和方位来创建中心点。
- 按钮：可使用现有的点来指定孔的中心。可以是“选择条”工具条中提供的选择意图下的现有点或点特征。

◆ 孔方向下拉列表：此下拉列表用于指定将创建的孔的方向，有垂直于面和沿矢量两个选项。

- 垂直于面选项：沿着与公差范围内每个指定点最近的面法向的反向定义孔的方向。
- 沿矢量选项：沿指定的矢量定义孔方向。

◆ 成形下拉列表：此下拉列表用于指定孔特征的形状，有简单、沉头孔、埋头孔和已拔模四个选项。

- 简单选项：创建具有指定直径、深度和尖端顶锥角的简单孔。
- 沉头孔选项：创建具有指定直径、深度、顶锥角、沉头孔径和沉头孔深度的沉头孔。
- 埋头孔选项：创建有指定直径、深度、顶锥角、埋头孔径和埋头孔角度的埋头孔。
- 已拔模选项：创建具有指定斜度和直径的孔，此项只有在类型下拉列表中选择常规孔选项时可用。

◆ 直径文本框：此文本框用于控制孔直径的大小，可直接输入数值。

◆ 深度限制下拉列表：此下拉列表用于控制孔深度类型，包括值、直至选定对象、直至下一个和贯通体四个选项。

- 值选项：给定孔的具体深度值。
- 直至选定对象选项：创建一个深度为直至选定对象的孔。
- 直至下一个选项：对孔进行扩展，直至孔到达下一个面。
- 贯通体选项：创建一个通孔，贯通所有特征。

◆ 布尔下拉列表：此下拉列表用于指定创建孔特征的布尔操作，包括无和求差两个选项。

- 无选项：创建孔特征的实体表示，而不是将其从工作部件中减去。

- 求差选项：从工作部件或其组件的目标体减去工具体。

5.7 螺纹特征

在 UG NX 6.0 中，可以创建两种类型的螺纹。

- 符号螺纹：以虚线圆的形式显示在要攻螺纹的一个或几个面上。符号螺纹可使用外部螺纹表文件（可以根据特殊螺纹要求来定制这些文件），以确定其参数。
- 详细螺纹：比符号螺纹看起来更真实，但由于其几何形状的复杂性，创建和更新都需要较长的时间。详细螺纹是完全关联的，如果特征被修改，则螺纹也相应更新。可以选择生成部分关联的符号螺纹，或指定固定的长度。部分关联是指如果螺纹被修改，则特征也将更新（但反过来则不行）。

在产品设计时，当需要制作产品的工程图时，应选择符号螺纹；如果不需要制作产品的工程图，而是需要反映产品的真实结构（如产品的广告图和效果图），则选择详细螺纹。



详细螺纹每次只能创建一个，而符号螺纹可以创建多组，而且创建时需要的时间较少。

下面以图 5.7.1 所示的零件为例，说明在一个模型上添加螺纹特征（详细螺纹）的一般操作过程。

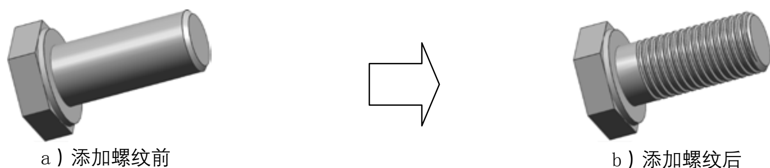


图 5.7.1 添加螺纹特征

1. 打开一个已有的零件模型

打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.07\threads.prt。

2. 添加螺纹特征（详细螺纹）

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 螺纹(T)... 命令（或在“特征操作”工具条中单击按钮），系统弹出图 5.7.2 所示的“螺纹”对话框（一）。

步骤 02 选取螺纹的类型。在“螺纹”对话框（一）中选中 ⊙ 详细 单选项，系统弹出图 5.7.3 所示的“螺纹”对话框（二）。

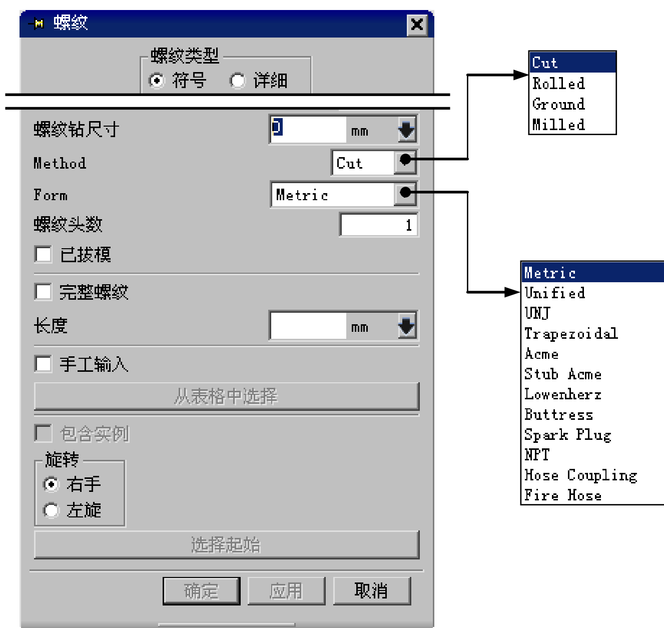


图 5.7.2 “螺纹”对话框（一）

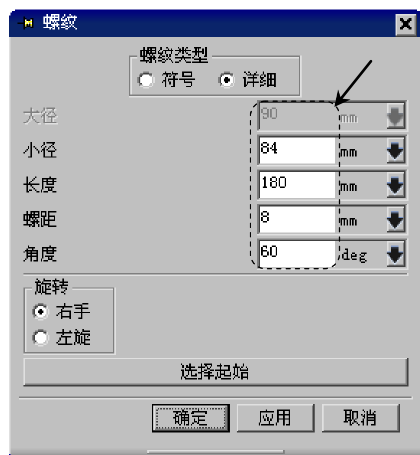


图 5.7.3 “螺纹”对话框（二）

步骤 03 定义螺纹的放置。

（1）定义螺纹的放置面。选取图 5.7.4 所示的柱面为放置面，此时系统自动生成螺纹的方向矢量，并弹出图 5.7.5 所示的“螺纹”对话框（三）。

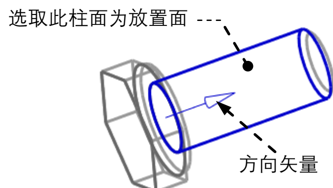


图 5.7.4 选取放置面



图 5.7.5 “螺纹”对话框（三）

（2）定义螺纹起始面。选取图 5.7.6 所示的平面为螺纹的起始面，系统弹出图 5.7.7 所示的“螺纹”对话框（四）。

步骤 04 定义螺纹开始条件。在“螺纹”对话框（四）的 开始条件 下拉列表中选择 从起始处延伸 选项，并使用 螺纹轴反向 按钮，使螺纹轴线方向如图 5.7.6 所示，单击 确定 按钮。系统返回“螺纹”对话框（二）。

步骤 05 定义螺纹参数。在“螺纹”对话框（二）中输入图 5.7.3 所示的参数，单击 确定 按钮，完成螺纹特征的添加。

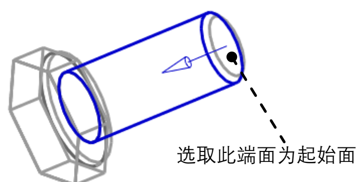


图 5.7.6　选取起始面

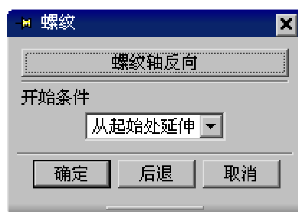


图 5.7.7　“螺纹”对话框（四）



“螺纹”对话框（二）在最初弹出时是没有任何数据的，只有在选择了放置面后才有数据出现，也允许用户修改。

5.8　三角形加强筋

用户可以使用“三角形加强筋”命令沿着两个面集的交叉曲线来添加三角形加强筋（肋）特征。要创建三角形加强筋特征，首先必须指定两个相交的面集，面集可以是单个面，也可以是多个面；其次要指定三角形加强筋的基本定位点，可以是沿着交叉曲线的点，也可以是交叉曲线和平面相交处的点。下面以图 5.8.1 所示的模型为例，说明创建三角形加强筋的一般操作过程。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.08\dart.prt。

步骤 02　选择命令。选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 三角形加强筋(D)... 命令，系统弹出图 5.8.2 所示的“三角形加强筋”对话框，可以沿着两个面的交叉曲线来添加三角形加强筋特征。

步骤 03　定义面集 1。选取放置三角形加强筋的第一组面，如图 5.8.3 所示。

步骤 04　定义面集 2。单击“第二组面”按钮（图 5.8.2），选取放置三角形加强筋的第二组面，系统出现加强筋的预览，如图 5.8.3 所示。

步骤 05　选择方式。在 方法 下拉列表中选择 沿曲线 方式。

步骤 06　定义放置位置。在“三角形加强筋”对话框中选中 %圆弧长 单选项，输入需要放置加强筋的位置值 50（放在正中间）。

步骤 07　输入参数。在 角度 (A) 文本框中输入值 30，在 深度 (D) 文本框中输入值 10，在 半径 (R) 文本框中输入值 5。

步骤 08　单击 确定 按钮，完成三角形加强筋特征的添加。

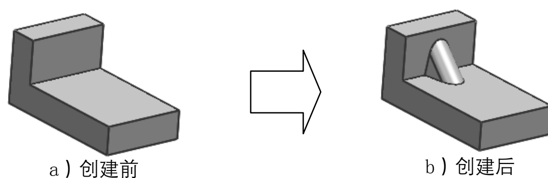
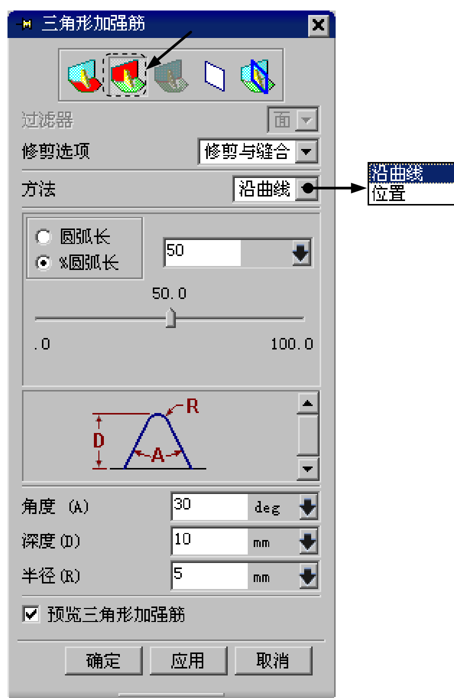


图 5.8.1　创建三角形加强筋特征



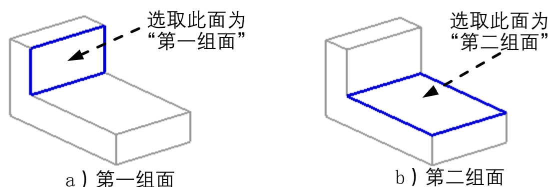


图 5.8.3　选取放置面

图 5.8.2　“三角形加强筋”对话框

图 5.8.2 所示的“三角形加强筋”对话框中主要选项的说明如下。

◆ 选择步骤：用于选择操作步骤。
  ● (第一组)：用于选择第一组面。可以为面集选择一个或多个面。
  ● (第二组)：用于选择第二组面。可以为面集选择一个或多个面。
  ● (位置曲线)：用于在有多条可能的曲线时选择其中一条位置曲线。
  ● (位置平面)：用于选择相对于平面或基准平面的三角形加强筋特征的位置。
  ● (方位平面)：用于对三角形加强筋特征的方位选择平面。
◆ 方法下拉列表：用于定义三角形加强筋的位置。
  ● 沿曲线：在交叉曲线的任意位置交互式地定义三角形加强筋基点。
  ● 位置：定义一个可选方式，以查找三角形加强筋的位置。即可以输入坐标或单击位置平面/方位平面。
◆ %圆弧长单选项：该选项用于选择加强筋在交叉曲线上的位置。

5.9　抽壳特征

使用“抽壳”命令可以利用指定的壁厚值来抽空一实体，或绕实体建立一壳体。可以指定不同表面的厚度，也可以移除单个面。

1. 面抽壳操作

下面以图 5.9.1 所示的模型为例来说明面抽壳的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.09\shell_01.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(H)... 命令，系统弹出“抽壳”对话框。

步骤 03 定义抽壳方式。在对话框的 类型 下拉列表中选择 移除面，然后抽壳 选项。

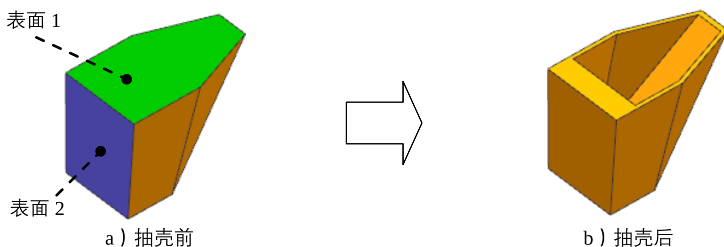


图 5.9.1　创建面抽壳

步骤 04 定义抽壳参数。选取图 5.9.1a 所示的模型表面 1 为要抽壳面，在 厚度 文本框中输入数值 1。然后单击 备选厚度 区域中的 按钮，选择图 5.9.1a 所示的模型表面 2，在 厚度 1 文本框中输入数值 6。

步骤 05 单击 < 确定 > 按钮，完成抽壳操作。

2. 体抽壳操作

下面以图 5.9.2 所示的模型为例，说明体抽壳的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.09\shell_02.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(H)... 命令，系统弹出“抽壳”对话框。

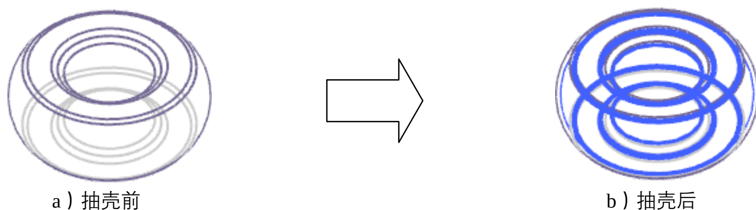


图 5.9.2　创建体抽壳

步骤 03 定义抽壳方式。在对话框的类型下拉列表中选择抽壳所有面选项。

步骤 04 定义抽壳参数。选择整个实体为要抽壳的体，在厚度文本框中输入厚度值 2。

步骤 05 单击< 确定 >按钮，完成抽壳操作。

5.10 拔模特征

使用“拔模”命令可以使面相对于指定的拔模方向成一定的角度。拔模通常用于对模型、部件、模具或冲模的竖直面添加斜度，以便借助拔模面将部件或模型与其模具或冲模分开。用户可以为拔模操作选择一个或多个面，但它们必须都是同一实体的一部分。下面分别以面拔模和边拔模为例介绍拔模过程。

1. 面拔模

下面以图 5.10.1 所示的模型为例，说明面拔模的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.10\traft_1.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)...命令，系统弹出图 5.10.2 所示的“拔模”对话框。

图 5.10.2 所示的“拔模”对话框中部分按钮的说明如下。

- 从平面：单击该按钮，在静止平面上实体的横截面通过拔模操作维持不变。
- 从边：单击该按钮，使整个面在回转过程中保持通过部件的横截面是平的。
- 与多个面相切：在拔模操作之后，拔模的面仍与相邻的面相切。此时，固定边未被固定，而是移动的，以保持与选定面之间的相切约束。
- 至分型边：在整个面回转过程中保留通过该部件中平的横截面，并且根据需要在分型边缘创建凸出部分。
- (自动判断的矢量)：单击该按钮，可以从所有的 NX 矢量创建选项中进行选择，如图 5.10.2 所示。
- (固定平面)：单击该按钮，允许通过选择的平面、基准平面或与拔模方向垂直的平面所通过的一点来选择该面。此选择步骤仅可用于从固定平面拔模和拔模到分型边缘这两种拔模类型。
- (要拔模的面)：单击该按钮，允许选择要拔模的面。此选择步骤仅在创建从固定平面拔模类型时可用。
- (反向)：单击该按钮，将显示的方向矢量反向。

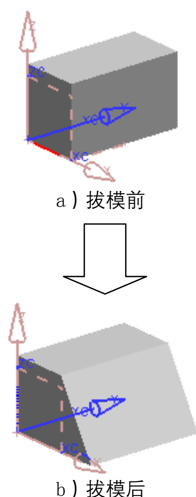


图 5.10.1　创建面拔模



图 5.10.2　“拔模”对话框

步骤 03 选择拔模方式。在“拔模”对话框的类型下拉列表中选择从平面选项。

步骤 04 指定拔模方向。单击按钮，选取作为拔模的方向。

步骤 05 定义拔模固定平面。选取图 5.10.3 所示的长方体的一个表面作为拔模固定平面。

步骤 06 定义拔模面。选取图 5.10.4 所示的表面作为要加拔模角的面。

步骤 07 定义拔模角。系统将弹出设置拔模角的动态文本框，输入拔模角度值 30（也可拖动拔模手柄至需要的拔模角度）。

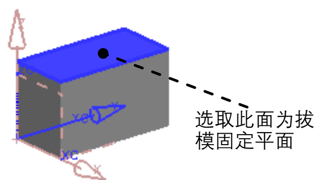


图 5.10.3　定义拔模固定平面

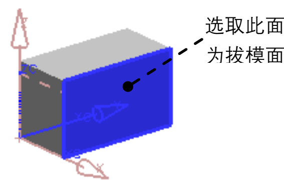


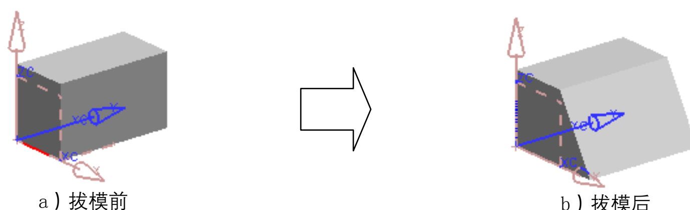
图 5.10.4　定义拔模面

步骤 08 单击确定按钮，完成拔模操作。

2. 边拔模

下面以图 5.10.5 所示的模型为例，说明边拔模的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.10\traft_2.prt。



a）拔模前　　b）拔模后

图 5.10.5　创建边拔模

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令，系统弹出“拔模”对话框。

步骤 03 选择拔模类型。在“拔模”对话框的 类型 下拉列表中选择 从边 选项。

步骤 04 指定拔模方向。单击 按钮，选取 作为拔模的方向。

步骤 05 定义拔模边缘。选取图 5.10.6 所示长方体的一个边线作为要拔模的边缘线。

步骤 06 定义拔模角。系统弹出设置拔模角的动态文本框，在动态文本框内输入拔模角度值 30（也可拖动拔模手柄至需要的拔模角度），如图 5.10.7 所示。

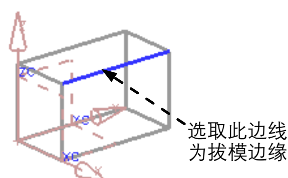


图 5.10.6　选择拔模边缘线

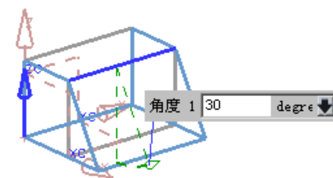
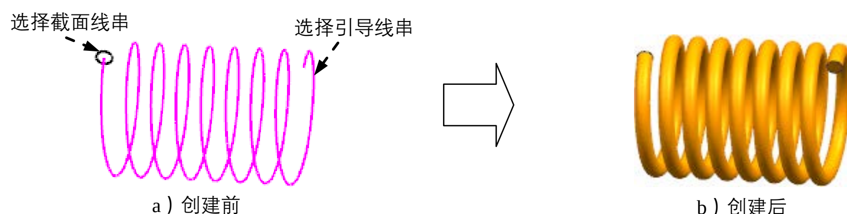


图 5.10.7　输入拔模角

步骤 07 单击 确定 按钮，完成拔模操作。

5.11　扫掠特征

扫掠特征是用规定的方法沿一条空间的路径移动一条曲线而产生的体。移动曲线称为截面线串，其路径称为引导线串。下面以图 5.11.1 所示的模型为例，说明创建扫掠特征的一般操作过程。



a）创建前　　b）创建后

图 5.11.1　创建扫掠特征

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.11\sweep.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)… 命令，系统弹出“扫掠”对话框。

步骤 03 定义截面线串。在对话框的 截面 中选取图 5.11.1a 所示的截面线串。

步骤 04 定义引导线串。单击 引导线（最多 3 根）区域中的 * 选择曲线 (0) 按钮，然后选取图 5.11.1a 所示的引导线串。

步骤 05 单击 < 确定 > 按钮，完成扫掠特征操作。

5.12 关联复制

5.12.1 镜像特征

镜像特征可以将所选的特征相对于一个平面或基准平面（称为镜像中心平面）进行镜像，从而得到所选特征的一个副本。下面以一个范例来说明创建镜像特征的一般过程，如图 5.12.1 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.01\mirror.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 镜像特征(M)... 命令，系统弹出图 5.12.2 所示的“镜像特征”对话框。

步骤 03 定义镜像对象。单击“镜像特征”对话框中的按钮，选取镜像特征，如图 5.12.1a 所示。

步骤 04 定义镜像基准面。在 平面 列表中选择 现有平面 选项，单击“平面”按钮，选取图 5.12.3 所示的镜像基准面，单击 确定 按钮，完成镜像特征的创建。

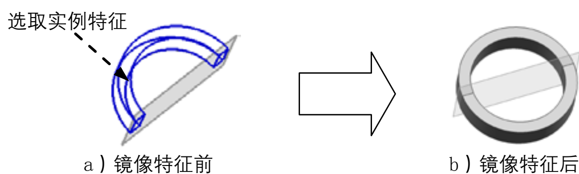


图 5.12.1 镜像特征

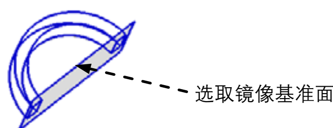


图 5.12.3 选取镜像基准面

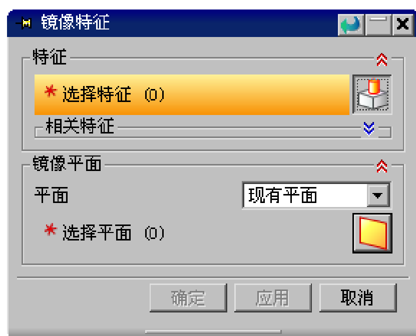


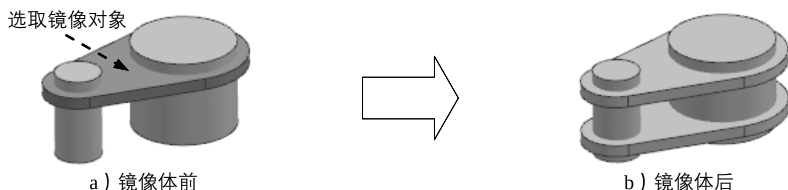
图 5.12.2 “镜像特征”对话框

5.12.2 镜像体

镜像体特征命令可以以基准平面为对称面镜像部件中的整个体，其镜像基准面只能是基准平面。下面以一个范例来说明创建镜像体特征的一般过程，如图 5.12.4 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.02\mirror_body.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 镜像体(B)... 命令，系统弹出“镜像体”对话框。



a）镜像体前　　b）镜像体后

图 5.12.4　镜像体

步骤 03 定义镜像对象。选取图 5.12.4a 所示的实体为要镜像的体对象。

步骤 04 定义镜像基准面。选取图 5.12.4a 所示的 XY 基准平面为镜像平面。

步骤 05 单击 确定 按钮，完成镜像体的创建。

5.12.3 抽取体

抽取体可用来创建所选取特征的关联副本。抽取体操作的对象包括面、面区域和体。如果抽取一条曲线，则创建的是曲线特征；如果抽取一个面或一个区域，则创建一个片体；如果抽取一个体，则新体的类型将与原先的体相同（实体或片体）。当更改原来的特征时，可以决定抽取后得到的特征是否需要更新。在零件设计中，常会用到抽取模型特征的功能，它可以充分地利用已有的模型，大大地提高工作效率。下面以几个范例来说明如何使用抽取体命令。

1. 抽取面特征

图 5.12.5 所示的抽取单个曲面的操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.03\extracted01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取(E)... 命令，系统弹出图 5.12.6 所示的“抽取”对话框（一）。

步骤 03 定义抽取对象。在“抽取”对话框（一）的 类型 下拉列表中选择 面 选项（图 5.12.6），选取图 5.12.7 所示的曲面。

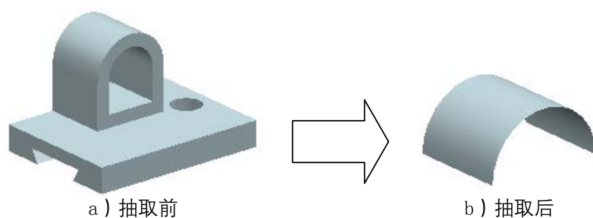
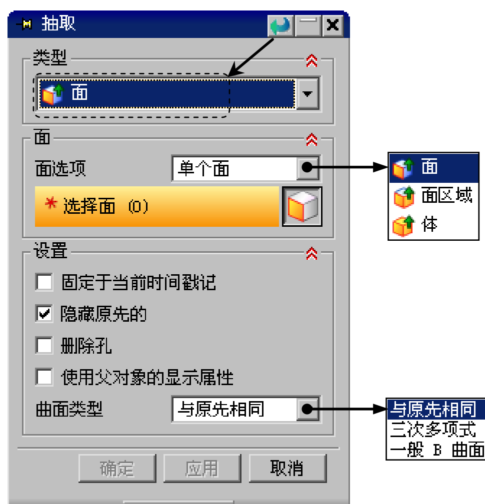


图 5.12.5　抽取面特征



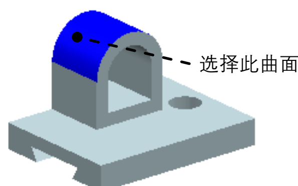


图 5.12.7　选取曲面特征

图 5.12.6　“抽取”对话框（一）

图 5.12.6 所示的“抽取”对话框（一）中各按钮的功能说明如下。

- 面：用于从实体或片体模型中抽取曲面特征，能生成三种类型的曲面。
- 面区域：抽取区域曲面时，是通过定义种子曲面和边界曲面来创建片体的，创建的片体是从种子面开始向四周延伸到边界面的所有曲面构成的片体（其中包括种子曲面，但不包括边界曲面）。
- 体：用于生成与整个所选特征相关联的实体。
- 与原先相同：从模型中抽取的曲面特征保留原来的曲面类型。
- 三次多项式：用于将模型的选中面抽取为三次多项式 B 曲面类型。
- 一般 B 曲面：用于将模型的选中面抽取为一般的 B 曲面类型。

步骤 04　隐藏源特征。在设置区域选中☑隐藏原先的复选框。单击确定按钮，完成对曲面特征的抽取。

2. 抽取区域特征

抽取区域特征用于创建一个片体，该片体是一组和“种子面”相关的且被边界面限制的面。

用户根据系统提示选取种子面和边界面后，系统会自动选取从种子面开始向四周延伸直到边界面的所有曲面（包括种子面，但不包括边界面）。

抽取区域特征的具体操作在本书“曲面的复制”章节中有详细的介绍，在此不再赘述。

3. 抽取体特征

抽取体特征可以创建整个体的关联副本，并将各种特征添加到抽取体特征上，而不在原先的体上出现。当更改原先的体时，还可以决定“抽取体”特征是否更新。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.03\extracted 02.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取(E)... 命令，系统弹出“抽取”对话框（二），如图 5.12.8 所示。

步骤 03 定义抽取对象。在“抽取”对话框（二）的类型下拉列表中选择 体 选项（图 5.12.8），选取图 5.12.9 所示的体特征。

步骤 04 隐藏源特征。在 设置 区域选中 ☑ 隐藏原先的 复选框。单击 确定 按钮，完成对体特征的抽取，结果如图 5.12.5b 所示（建模窗口中所显示的特征是原来特征的关联副本）。



所抽取的体特征与原特征相互关联，类似于复制功能。

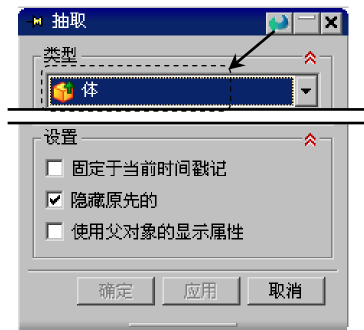


图 5.12.8 “抽取”对话框（二）

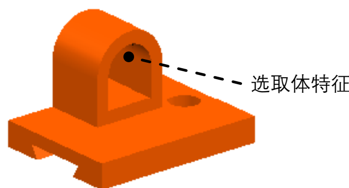


图 5.12.9 选取特征体

5.12.4 复合曲线

复合曲线用来复制实体上的边线和要抽取的曲线。下面以图 5.12.10 所示的模型为例，说明使用复合曲线的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.04\rectangular.prt。

步骤 02 选取命令。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 复合曲线(C)... 命令，系统弹出“复合曲线”对话框。

步骤 03 定义复合曲线对象。选取图 5.12.11a 所示模型边线为复合曲线对象。

步骤 04 单击 < 确定 > 按钮，完成复合曲线特征的创建。

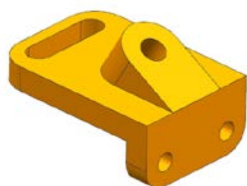
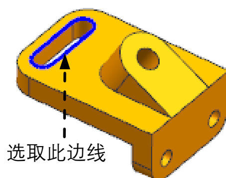
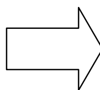


图 5.12.10　复合曲线



a）复合曲线特征前



b）复合特征后

图 5.12.11　复合曲线特征

步骤 05 查看复合曲线。隐藏其他特征，只显示所复合的曲线。

5.12.5　实例阵列

“实例阵列”操作就是对特征进行阵列，也就是对特征进行一个或者多个的关联复制，并按照一定的规律排列复制的特征，而且特征阵列的所有实例都是相互关联的，可以通过编辑原特征的参数改变其所有的实例。常用的阵列方式有矩形阵列、圆形阵列等。

1. 矩形阵列

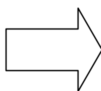
矩形阵列功能可以把一个或者多个所选的模型特征生成实例的线性阵列。下面以一个范例来说明创建矩形阵列的过程，如图 5.12.12 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.05\Rectangular Array.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 实例特征(I)... 命令，系统弹出图 5.12.13 所示的“实例”对话框（一）。



a）矩形阵列前



b）矩形阵列后

图 5.12.12　创建矩形阵列

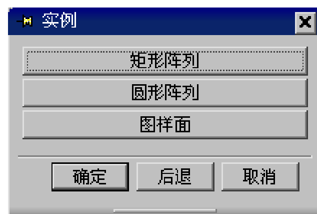


图 5.12.13　“实例”对话框（一）

步骤 03 定义关联复制的对象。单击“实例”对话框（一）中的 矩形阵列 按钮，系统弹出“实例”对话框（二），选取孔特征为要复制的特征（图 5.12.14），单击 确定 按钮，系统弹出图 5.12.15 所示的“输入参数”对话框。

步骤 04 定义阵列方法及参数。选择 ⊙ 相同 单选项，在 XC 向的数量 文本框中输入值 5，在 XC 偏置 文本框中输入值 20，在 YC 向的数量 文本框中输入值 5，在 YC 偏置 文本框中输入值 20（图 5.12.15），单击 确定 按钮，系统弹出图 5.12.16 所示的“创建实例”对话框。

步骤 05 单击“创建实例”对话框中的 是 按钮，完成

矩形阵列的创建。

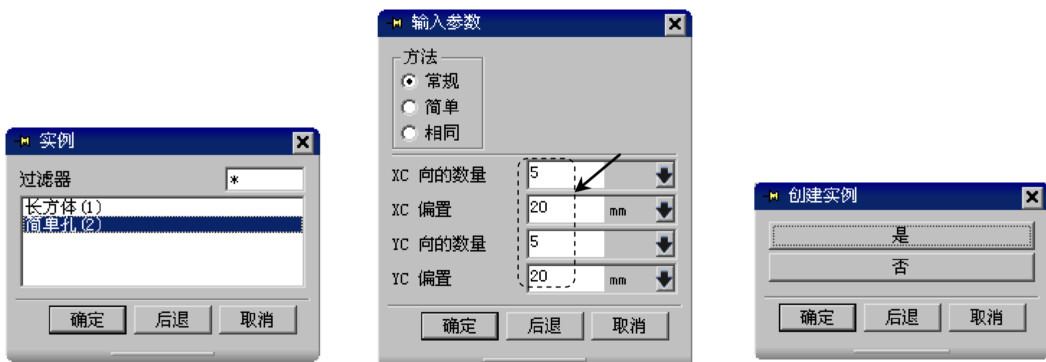


图 5.12.14　“实例”对话框（二）　图 5.12.15　“输入参数”对话框　图 5.12.16　“创建实例”对话框

步骤 06　单击“实例”对话框（二）中的 取消 按钮，关闭对话框。

图 5.12.15 所示的“输入参数”对话框中各选项的功能说明如下。

- ◆ 方法 区域：用于从中选择阵列方法。
  - ● 常规 单选项：当选中此单选项时，系统从所选特征生成实例阵列，并确认所有模型信息。
  - ● 简单 单选项：与 常规 单选项类似，系统通过除去过多的数据验证和操作，优化加速实例阵列的生成。
  - ● 相同 单选项：系统对数据进行最少量的验证，以最快的方法生成实例特征。
- ◆ XC 向的数量 文本框：用于输入沿着 XC 方向的实例特征的数量。
- ◆ XC 偏置 文本框：用于输入沿着 XC 方向的实例特征在原特征基础上的偏移量。
- ◆ YC 向的数量 文本框：用于输入沿着 YC 方向的实例特征的数量。
- ◆ YC 偏置 文本框：用于输入沿着 YC 方向的实例特征在原特征基础上的偏移量。

2. 圆形阵列

圆形阵列功能可以把一个或者多个所选的模型特征生成实例的圆周阵列。下面以一个范例来说明创建圆形实例阵列的过程，如图 5.12.17 所示。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.05\Circular Array.prt。

步骤 02　选择下拉菜单 插入(S) ➡ 关联复制(A) ▸ ➡ 实例特征(I)... 命令，系统弹出“实例”对话框（一），如图 5.12.13 所示。

步骤 03　定义关联复制的对象。单击“实例”对话框（一）中的

圆形阵列按钮，系统弹出图 5.12.18 所示的“实例”对话框（三），选取孔特征为实例特征，单击确定按钮。

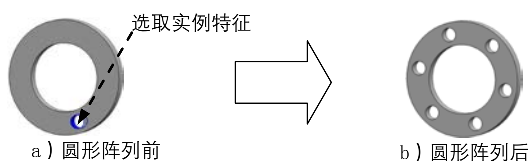


图 5.12.17　创建圆形阵列

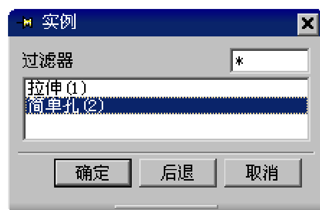


图 5.12.18　“实例”对话框（三）

步骤 04 定义阵列方法及参数。系统弹出“实例”对话框（四），选择 ⊙ 相同 的单选项，在数量文本框中输入值 6，在角度文本框中输入值 60（图 5.12.19），单击确定按钮，系统弹出图 5.12.20 所示的“实例”对话框（五）。

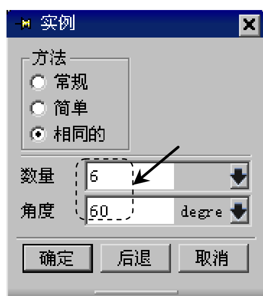


图 5.12.19　“实例”对话框（四）

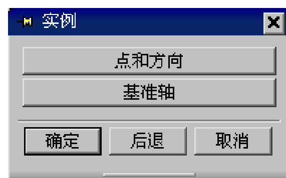


图 5.12.20　“实例”对话框（五）

步骤 05 定义圆周阵列回转轴。单击点和方向按钮，系统弹出图 5.12.21 所示的“矢量”对话框，在类型下拉列表中选择 ZC 轴选项，单击确定按钮；系统弹出图 5.12.22 所示的“点”对话框。然后在类型下拉列表中选择 圆弧中心/椭圆中心/球心，选择图 5.12.23 所示的圆环的圆心作为参考点。



图 5.12.21　“矢量”对话框

步骤 06 在系统弹出的图 5.12.24 所示的“创建实例”对话框中单击

是按钮，完成圆形阵列关联复制的创建，单击取消按钮，退出“实例”对话框。

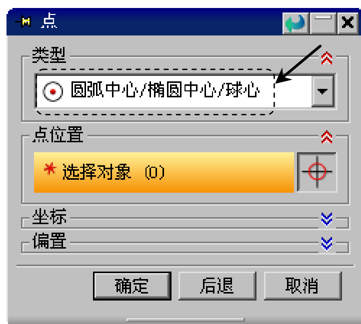


图 5.12.22 “点”对话框

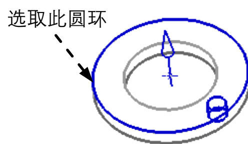


图 5.12.23 构造点



图 5.12.24 “创建实例”对话框

5.12.6 实例几何体

用户可以通过使用“引用几何体”命令创建对象的副本，其可以复制几何体、面、边、曲线、点、基准平面和基准轴。可以在镜面、线性、圆形和不规则图样中以及沿相切连续截面创建副本。通过它，可以轻松地复制几何体和基准，并保持引用与其原始体之间的关联性。当图样关联时，编辑父对象可以重新放置引用。下面以一个范例来说明创建实例几何体特征的一般过程，如图 5.12.25 所示。

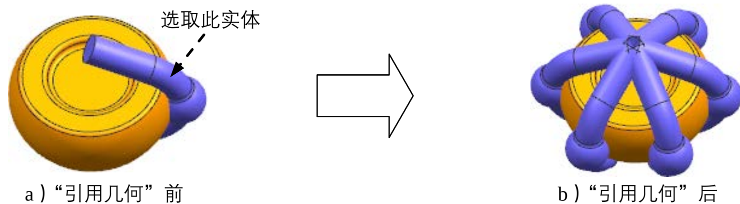


图 5.12.25 “实例几何体”特征

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.12.06\adduction_geometry.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 引用几何体(G)... 命令，系统弹出图 5.12.26 所示的“引用几何体”对话框。

步骤 03 定义引用类型。在 类型 下拉列表中选取 旋转 选项。

步骤 04 定义实例几何体对象。选取图 5.12.25a 所示的实体为要引用的几何体。

步骤 05 定义旋转轴和中心点。在对话框的 旋转轴 区域中单击 * 指定矢量 后面的 ZC↑ 按钮，选择 ZC 轴为旋转轴；然后选取图 5.12.27 所示边线圆心为指定点。

步骤 06　定义旋转角度、偏移距离和副本数。在 角度 文本框中输入角度值 60，在 距离 文本框中输入偏移距离 0，在 副本数 文本框中输入副本数量值 5。

步骤 07　单击对话框中的 < 确定 > 按钮，完成实例几何体特征的操作。

图 5.12.26 所示“引用几何体”对话框中各选项的功能说明如下。

◆ 类型 下拉列表。
  - 来源/目标 选项。用于通过将对象从原先位置复制到指定位置的这种方式来创建实例几何体。
  - 镜像 选项。用于通过镜像的方式来创建引用几何实体。
  - 平移 选项。用于通过一个指定的方向来复制对象从而创建引用几何实体。
  - 旋转 选项。用于通过围绕指定旋转轴旋转产生副本。
  - 沿路径 选项。用于沿指定的曲线或边的路径复制对象。

◆ 角度 文本框：用于定义围绕旋转轴旋转的角度值。

◆ 距离 文本框：用于定义偏移的距离。

◆ 副本数 文本框：用于定义副本的数量值。

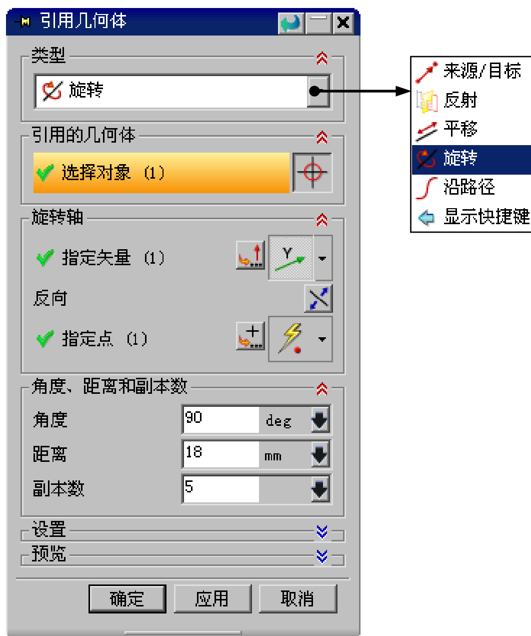


图 5.12.26　“引用几何体”对话框

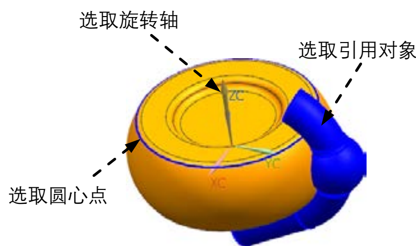


图 5.12.27　定义旋转轴和引用对象

5.13 变换操作

"变换"命令允许用户进行平移、旋转、比例或复制等操作，但是不能用于变换视图、布局、图样或当前的工作坐标系。通过变换生成的特征与原特征不相关联。

5.13.1 比例变换

比例变换用于对所选对象进行成比例的放大或缩小。下面以一个范例来说明比例变换的操作步骤，如图 5.13.1 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.13.01\Body01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 编辑(E) → 变换(N)... 命令，系统弹出"变换"对话框（一），在图形区选取图 5.13.1a 所示的特征后，单击 确定 按钮，系统弹出"变换"对话框（二），如图 5.13.2 所示。

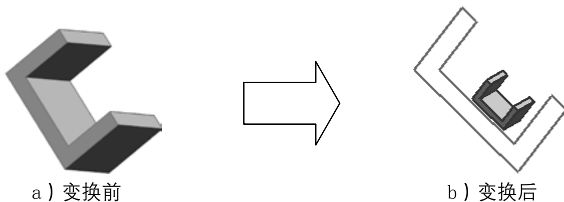


图 5.13.1 刻度尺变换

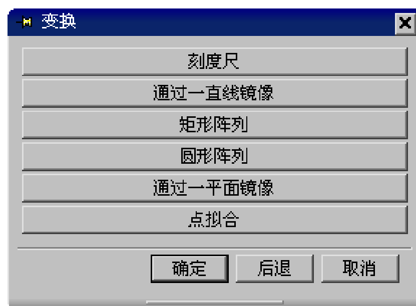


图 5.13.2 "变换"对话框（二）

图 5.13.2 所示的"变换"对话框（二）中各按钮的功能说明如下。

- 刻度尺 按钮：通过指定参考点和缩放类型及缩放比例值来缩放对象。
- 通过一直线镜像 按钮：通过指定一直线为镜像中心线来复制选择的特征。
- 矩形阵列 按钮：对选定的对象进行矩形阵列操作。
- 圆形阵列 按钮：对选定的对象进行圆形阵列操作。
- 通过一平面镜像 按钮：通过指定一平面为镜像中心线来复制选择的特征。
- 点拟合 按钮：将对象从引用集变换到目标点集。

步骤 03 根据系统 选择选项 的提示，单击 刻度尺 按钮，弹出"点"对话框。

步骤 04 以系统默认的点作为参考点，单击 确定 按钮，系统弹出图 5.13.3 所示的“变换”对话框（三）。

步骤 05 定义比例参数。在 刻度尺 文本框中输入值 0.3，单击 确定 按钮，系统弹出图 5.13.4 所示的“变换”对话框（四）。



图 5.13.3　“变换”对话框（三）

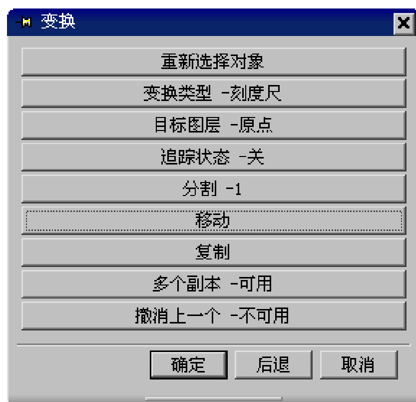


图 5.13.4　“变换”对话框（四）

图 5.13.3 所示的“变换”对话框（三）中各按钮的功能说明如下。

- 刻度尺 文本框：在此文本框中输入要缩放的比例值。
- 非均匀比例 按钮：此按钮用于对模型的非均匀比例缩放设置。单击此按钮，系统弹出“变换”对话框（五），如图 5.13.5 所示，在对话框的 XC-比例、YC-比例 和 ZC-比例 文本框中分别输入各自方向上要缩放的比例值。

图 5.13.4 所示的“变换”对话框（四）中各按钮的功能说明如下。

- 重新选择对象 按钮：用于通过“类选择”工具条来重新选择对象。
- 变换类型 -刻度尺 按钮：用于修改变换的方法。
- 目标图层 -原点 按钮：用于在完成变换以后，选择生成的对象所在的图层。
- 跟踪状态 -关 按钮：用于设置跟踪变换的过程，但是对于原对象是实体、片体或边界时不可用。
- 分割 -1 按钮：用于把变换的距离、角度分割成相等的等份。
- 移动 按钮：用于移动对象的位置。
- 复制 按钮：用于复制对象。
- 多个副本 -可用 按钮：用于复制多个对象。
- 撤消上一个 -不可用 按钮：用于取消刚建立的变换。

步骤 06 根据系统 选择操作 的提示，单击 移动 按钮，系统弹出“变换”对话框（六），如图 5.13.6 所示。

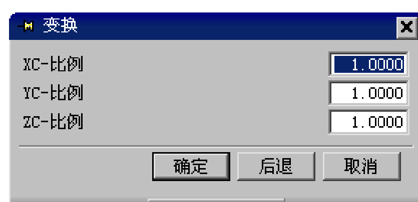


图 5.13.5 “变换”对话框（五）

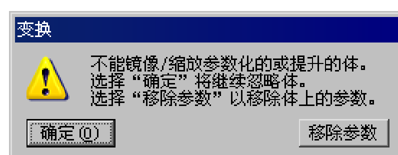


图 5.13.6 “变换”对话框（六）

步骤 07 单击 移除参数 按钮，系统返回到“变换”对话框（四）。单击 取消 按钮，关闭“变换”对话框（四）。

5.13.2 通过一直线镜像

用直线镜像是将所选模型相对于选定的一条直线（镜像中心线）做镜像。下面以一个范例来说明用直线镜像的操作步骤，如图 5.13.7 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.13.02\mirror.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 变换(M)... 命令，在图形区选取图 5.13.7a 所示的实体，单击 确定 按钮，系统弹出的“变换”对话框如图 5.13.2 所示。

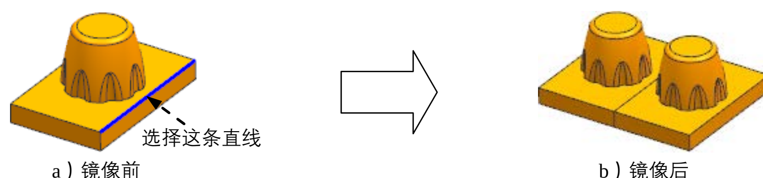


图 5.13.7 用直线镜像

步骤 03 定义镜像中心线。在“变换”对话框中单击 通过一直线镜像 按钮，系统弹出“变换”对话框（七），如图 5.13.8 所示，单击 现有的直线 按钮，系统弹出“变换”对话框（八），如图 5.13.9 所示。选取图 5.13.7a 所示的直线，系统弹出“变换”对话框（四）。

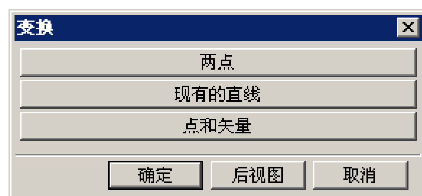


图 5.13.8 “变换”对话框（七）

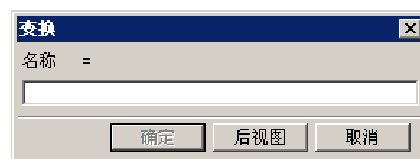


图 5.13.9 “变换”对话框（八）

图 5.13.8 所示的“变换”对话框（七）中各按钮的功能说明如下。

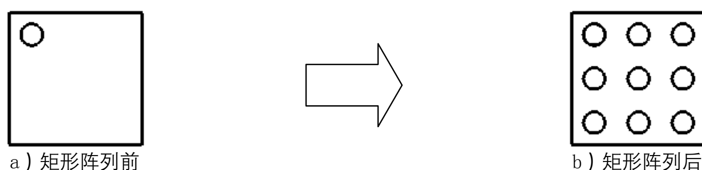
◆ 两点 按钮：选中两个点，这两点之间的连线即为参考线。
◆ 现有的直线 按钮：选取已有的一条直线作为参考线。
◆ 点和矢量 按钮：选取一点，再指定一个矢量，将通过给定的点的矢量作为参考线。

步骤 04 根据系统 选择操作 的提示，单击 复制 按钮，完成通过一直线镜像的操作。

步骤 05 单击 取消 按钮。

5.13.3 矩形阵列

矩形阵列主要用于将选中的对象从指定的原点开始，沿所给方向生成一个等间距的矩形阵列。下面以一个范例来说明使用变换命令中的矩形阵列的操作步骤，如图 5.13.10 所示。



a）矩形阵列前 b）矩形阵列后

图 5.13.10 矩形阵列

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.13.03\rectange_array.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 编辑(E) → 变换(N)... 命令，选取图 5.13.10a 所示的圆环，在“变换”对话框（二）中单击 矩形阵列 按钮，系统弹出“点”对话框。

步骤 03 根据系统 选择矩形阵列参考点 - 选择对象以自动判断点 的提示，在图形区选取坐标原点为矩形阵列参考点，根据系统 选择阵列原点 - 选择对象以自动判断点 的提示，再次选取坐标原点为阵列原点，系统弹出图 5.13.11 所示的“变换”对话框（九）。

步骤 04 定义阵列参数。在“变换”对话框（九）中输入变换参数，如图 5.13.11 所示，单击 确定 按钮，系统弹出图 5.13.12 所示的“变换”对话框（十）。

步骤 05 根据系统 选择操作 的提示，单击 复制 按钮，完成矩形阵列操作。

步骤 06 单击 取消 按钮，关闭“变换”对话框（十）。

图 5.13.11 所示的“变换”对话框（九）中各文本框的功能说明如下。

◆ DXC 文本框：表示沿 XC 方向上的间距。
◆ DYC 文本框：表示沿 YC 方向上的间距。

◆ 阵列角度 文本框：表示生成矩形阵列所指定的角度。

◆ 列(X) 文本框：表示在 XC 方向上特征的个数。

◆ 行(Y) 文本框：表示在 YC 方向上特征的个数。

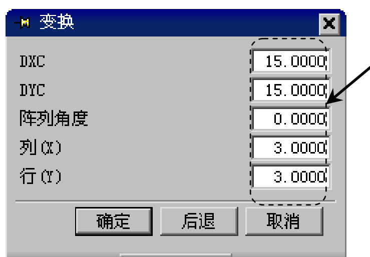


图 5.13.11 “变换”对话框（九）

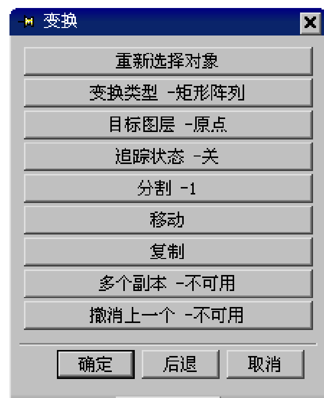
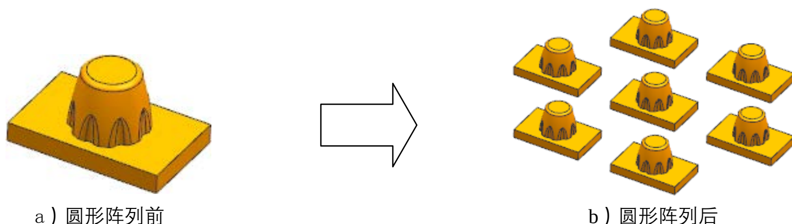


图 5.13.12 “变换”对话框（十）

5.13.4 圆形阵列

圆形阵列用于将选中的对象从指定的原点开始，绕阵列的中心生成一个等角度间距的圆形阵列。下面以一个范例来说明使用变换命令中的圆形阵列的操作步骤，如图 5.13.13 所示。



a）圆形阵列前　　b）圆形阵列后

图 5.13.13 圆形阵列

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.13.04\round_array.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 变换(M)... 命令，系统弹出“变换”对话框，选取整个模型，单击 确定 按钮，系统弹出“变换”对话框（二）。

步骤 03 根据系统 选择选项 提示，在“变换”对话框（二）中单击 圆形阵列 按钮，系统弹出“点”对话框。

步骤 04 在“点”对话框中设置圆形阵列参考点的坐标值为（0，0，0），阵列原点的坐标值为（0，0，0），单击 确定 按钮，系统弹出图 5.13.14 所示的“变换”对话框（十一）。

步骤 05 定义阵列参数。在“变换”对话框（十一）中输入所需参数（图 5.13.14），单

击 确定 按钮。

步骤 06 根据系统 选择操作 的提示，单击 复制 按钮，完成圆形阵列操作。

步骤 07 单击 取消 按钮。



图 5.13.14　“变换”对话框（十一）

图 5.13.14 所示“变换”对话框（十一）中各文本框的功能说明如下。

- 半径 文本框：用于设置圆形阵列的半径。
- 起始角 文本框：用于设置圆形阵列的起始角度。
- 角度增量 文本框：用于设置圆形阵列中角度的增量。
- 数量 文本框：用于设置圆形阵列中特征的个数。

5.14　缩放体

使用“缩放”命令可以在“工作坐标系”（WCS）中按比例缩放实体和片体。可以使用均匀比例，也可以在 XC、YC 和 ZC 方向上独立地调整比例。比例类型有均匀、轴对称和通用比例。下面以图 5.14.1 所示的模型为例，说明使用“缩放”命令的一般操作过程。

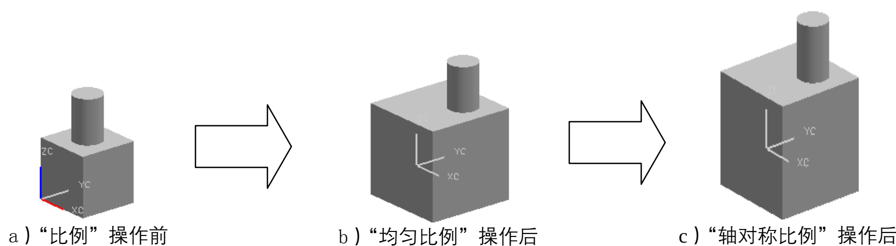


图 5.14.1　缩放

1. 在长方体上执行均匀比例类型操作

打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.14\scale.prt。

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 缩放体(S)... 命令，

系统弹出图 5.14.2 所示的“缩放体”对话框。

步骤 02 选择类型。在“缩放体”对话框的类型下拉列表中选择均匀选项，如图 5.14.2 所示。

步骤 03 定义“缩放体”对象。选择图 5.14.3 所示的立方体。

步骤 04 定义缩放点。单击缩放点区域中的指定点 (1)按钮，然后选择图 5.14.4 所示的立方体顶点。

步骤 05 输入参数。在均匀文本框中输入比例因子值 1.5，单击应用按钮，完成均匀比例操作（图 5.14.5）。

图 5.14.2 所示的“缩放体”对话框中有关按钮的说明如下。



图 5.14.2 “缩放体”对话框

◆ 类型下拉列表：比例类型有四个基本选择步骤，但对每一种比例“类型”方法而言，不是所有的步骤都可用。

- 均匀：在所有方向上均匀地按比例缩放。
- 轴对称：以指定的比例因子（或乘数）沿指定的轴对称缩放。
- 常规：在 X、Y 和 Z 三个方向上以不同的比例因子缩放。

◆ （选择体）：允许用户为比例操作选择一个或多个实体或片体。所有的三个“类型”方法都要求此步骤。

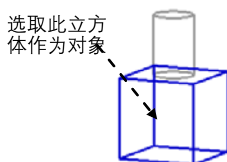


图 5.14.3 选择体

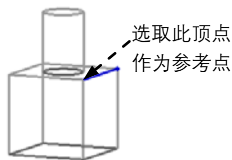


图 5.14.4 选择参考点

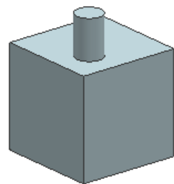


图 5.14.5 均匀比例模型

2. 在圆柱体上执行轴对称比例类型操作

步骤 01 选择类型。在“缩放体”对话框的类型下拉列表中选择轴对称选项。

步骤 02 定义“缩放体”对象。选取要执行缩放体操作的圆柱体，如图 5.14.6 所示。

步骤 03 定义矢量方向。选择 指定矢量 (1) 下拉列表中的“两点”按钮，选取“两点”为矢量方向；然后选取圆柱底面圆心和顶面圆心，如图 5.14.7 所示。

步骤 04 定义参考点。单击 指定轴通过点 (1) 按钮，然后选取圆柱体底面圆心作为参考点，如图 5.14.8 所示。

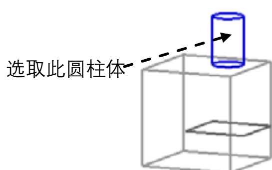


图 5.14.6　选择圆柱体

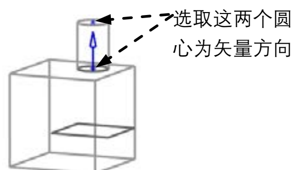


图 5.14.7　选择判断矢量

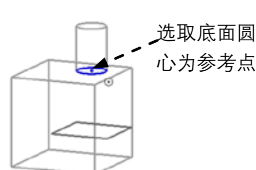


图 5.14.8　选择参考点

步骤 05 输入参数。在对话框的 沿轴向 文本框中输入比例因子值 1.5，其余参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成轴对称比例操作。

5.15　模型的测量与分析

5.15.1　距离测量

下面以一个简单的模型为例来说明测量距离的方法以及相应的操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.15.01\distance.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 分析 (L) → 测量距离 (D)... 命令，系统弹出图 5.15.1 所示的“测量距离”对话框。

步骤 03 测量面到面的距离。

（1）定义测量类型。在对话框的 类型 下拉列表中选择 距离 选项。

（2）定义测量几何对象。选取图 5.15.2a 所示的模型表面 1，再选取模型表面 2，测量结果如图 5.15.2b 所示。

步骤 04 测量点到面的距离（图 5.15.3），操作方法参见 步骤 03，先选取点 1，后选取模型表面。



选取要测量的几何对象的先后顺序不同，测量结果也不相同。

步骤 05 测量点到线的距离（图 5.15.4），操作方法参见 步骤 03，先选取点 1，后选取边线。



图 5.15.1 “测量距离”对话框

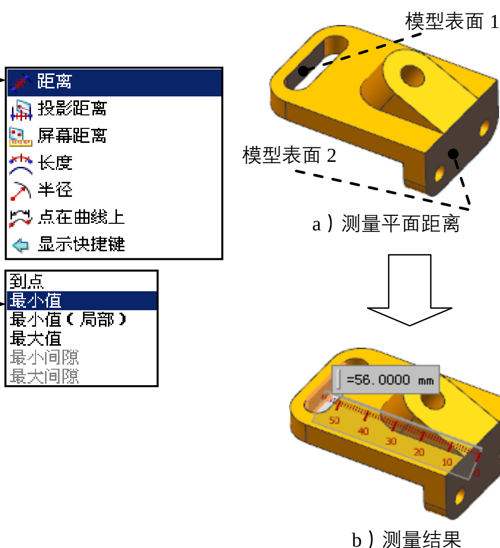


图 5.15.2 测量面与面的距离

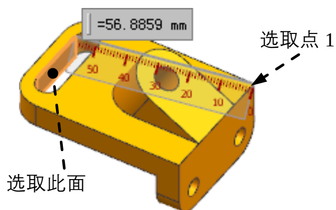


图 5.15.3 点到面的距离

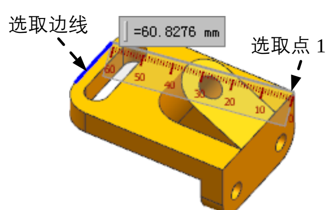


图 5.15.4 点到线的距离

步骤 06 测量线到线的距离（图 5.15.5），操作方法参见步骤 03，先选取边线 1，后选取边线 2。

步骤 07 测量点到点的距离（图 5.15.6），操作方法参见步骤 03，先选取点 1，后选取点 2。

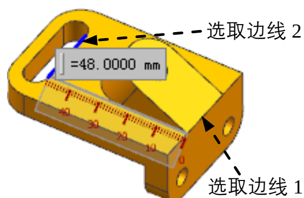


图 5.15.5 线到线的距离

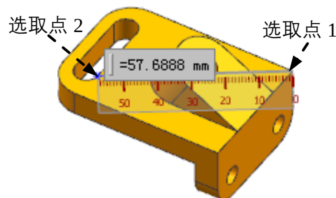


图 5.15.6 点到点的距离

步骤 08 测量点与点的投影距离（投影参照为平面）。

（1）定义测量类型。在“测量距离”对话框的 类型 下拉列表中选择 投影距离 选项。

（2）定义投影表面。选取图 5.15.7a 中的模型表面 1。

（3）定义测量几何对象。先选取图 5.15.7a 所示的模型点 1，然后选取图 5.15.7a 所示的

模型点 2，测量结果如图 5.15.7b 所示。

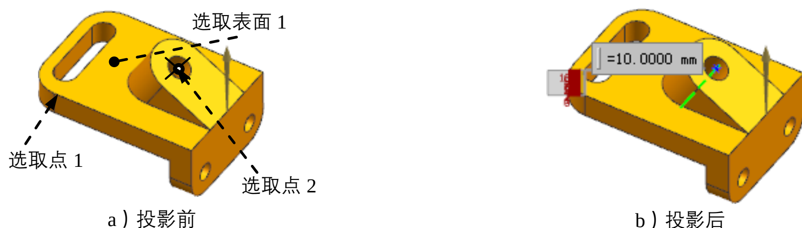


图 5.15.7　测量点与点的投影距离

5.15.2　角度测量

下面以一个简单的模型为例来说明测量角度的一般操作过程。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.15.02\angle.prt。

步骤 02　选择下拉菜单 分析(L) → 测量角度(A)... 命令，系统弹出图 5.15.8 所示的“测量角度”对话框。

步骤 03　测量面与面间的角度。

（1）定义测量类型。在“测量角度”对话框的 类型 下拉列表中选择 按对象 选项。

（2）定义测量计算平面。选取 测量 区域 评估平面 下拉列表中的 3D 角 选项，选取 方位 下拉列表中的 内角 选项。

（3）定义测量几何对象。选取图 5.15.9a 所示的模型表面 1，再选取如图 5.15.9a 所示的模型表面 2，测量结果如图 5.15.9b 所示。

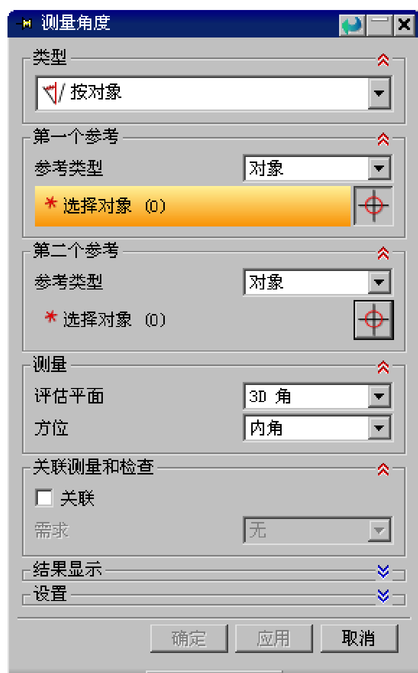


图 5.15.8　“测量角度”对话框

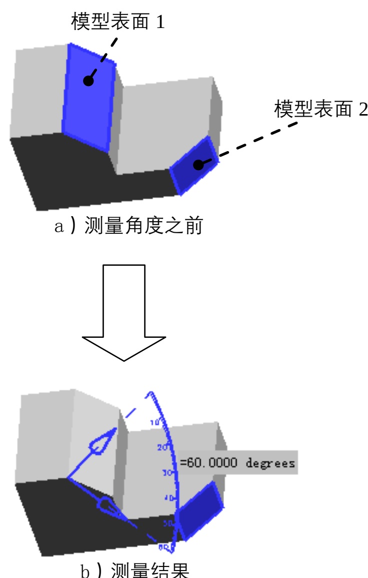


图 5.15.9　测量面与面间的角度

（4）单击 应用 按钮，完成面与面之间的角度测量。

步骤 04 测量线与面间的角度。步骤参见测量面与面间的角度。依次选取图 5.15.10a 所示的边线 1 和表面 2，测量结果如图 5.15.10b 所示，单击 应用 按钮。



选取线的位置不同，即线上标示的箭头方向不同，所显示的角度值可能也会不同，两个方向的角度值之和为 180°。

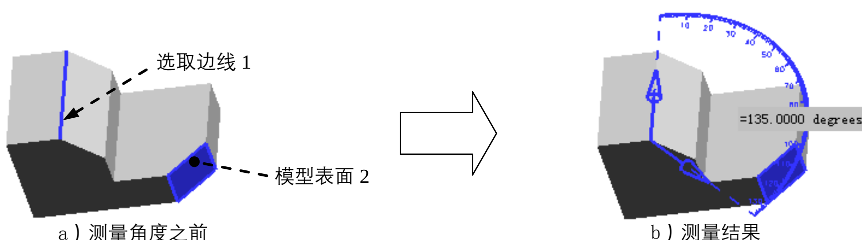


图 5.15.10 测量线与面间的角度

步骤 05 测量线与线间的角度。步骤参见测量面与面间的角度。依次选取图 5.15.11a 所示的边线 1、边线 2，测量结果如图 5.15.11b 所示。

步骤 06 单击 确定 按钮，完成角度测量。

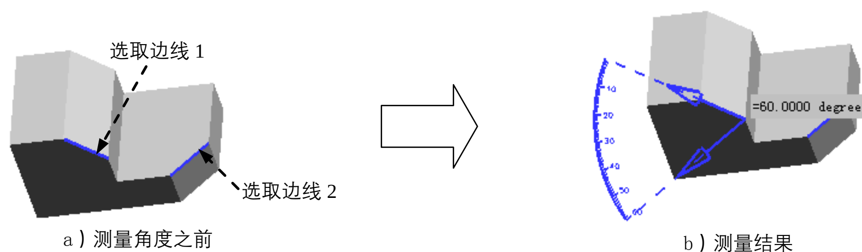


图 5.15.11 测量线与线间的角度

5.15.3 长度测量

下面以一个简单的模型为例，说明测量曲线长度的方法以及相应的操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.15.03\curve.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 分析(L) ➡ 测量长度(L)... 命令，系统弹出“测量长度”对话框。

步骤 03 定义要测量的曲线。选取图 5.15.12a 所示的曲线 1，系统显示这条曲线的长度结果，如图 5.15.12b 所示。

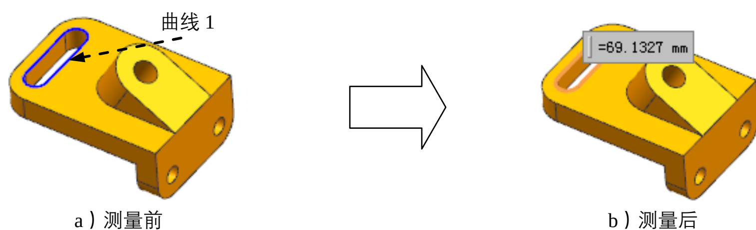


图 5.15.12　测量曲线长度

5.15.4　面积及周长测量

下面以一个简单的模型为例来说明测量面积及周长的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.15.04\area.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 分析(L) → 测量面(F)... 命令，系统弹出“测量面”对话框。

步骤 03 在“选择条”工具条的下拉列表中选择单个面选项。

步骤 04 测量模型表面面积。选取图 5.15.13 所示的模型表面 1，系统显示这个曲面的面积结果。

步骤 05 测量曲面的周长。在图 5.15.13 所示的结果中选择面积下拉列表中的周长选项，测量周长的结果如图 5.15.14 所示。

步骤 06 单击 确定 按钮，完成测量面。

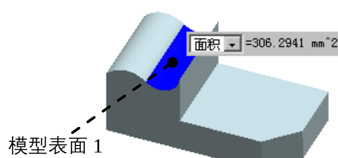


图 5.15.13　测量面积

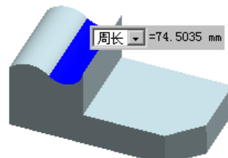


图 5.15.14　测量周长

5.15.5　质量属性分析

通过模型质量属性分析，可以获得模型的体积、曲面区域、质量、回转半径和重量等数据。下面以一个模型为例，简要说明其操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch05.15.05\mass.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 分析(L) → 测量体(B)... 命令，系统弹出“测量体”对话框。

步骤 03 选取图 5.15.15a 所示的模型实体 1，体积分析结果如图 5.15.15b 所示。

步骤 04 选择体积下拉列表中的曲面选项，系统显示该模型的曲面区域的面积。

步骤 05 选择体积下拉列表中的质量选项，系统显示该模型的质量。

步骤 06 选择 体积 下拉列表中的 回转半径 选项，系统显示该模型的回转半径。

步骤 07 选择 体积 下拉列表中的 重量 选项，系统显示该模型的重量。

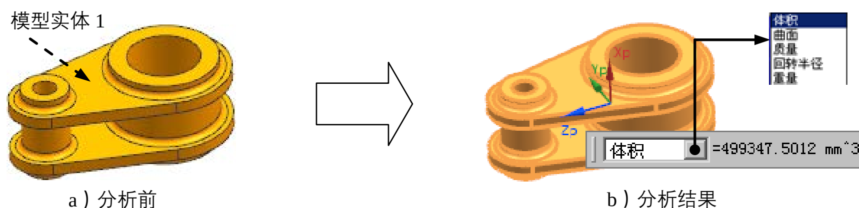


图 5.15.15 体积分析

5.16 零件设计综合应用

5.16.1 零件设计综合应用一

案例概述：

本案例介绍了支架的设计过程，通过学习本案例可以使读者对拉伸、孔、边倒圆和创建基准平面等特征有进一步的了解。零件模型及相应的模型树如图 5.16.1 所示。

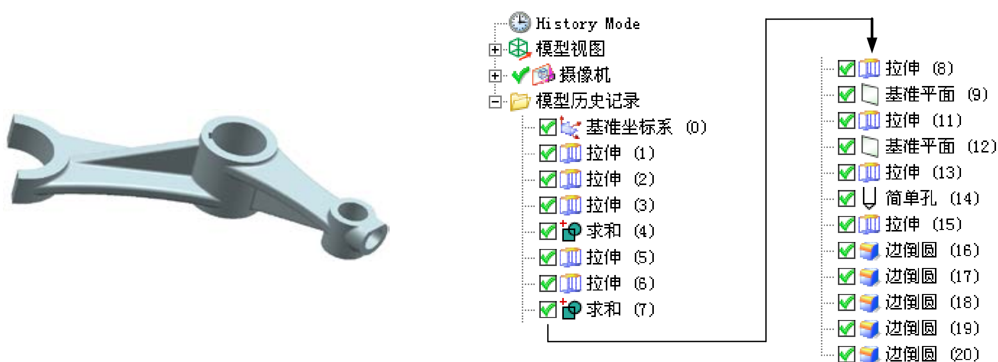


图 5.16.1 零件模型及模型树

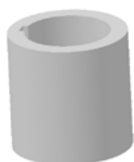
步骤 01 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) ➡ 新建(N)... 命令，系统弹出“新建文件”对话框。在 模型 选项卡的 模板 区域中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名称 pole，单击 确定 按钮，进入建模环境。

步骤 02 创建图 5.16.2 所示的拉伸特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ▸ ➡ 拉伸(E)... 命令（或单击 按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框。单

击按钮，选取 YC-XC 基准平面为草图平面，单击 确定 按钮，绘制图 5.16.3 所示的截面草图；选择下拉菜单 草图(K) → 完成草图(K) 命令（或单击 完成草图 按钮），退出草图环境。


图 5.16.2　拉伸特征 1

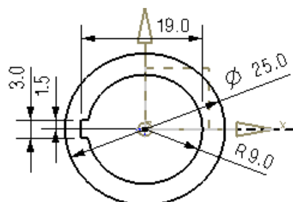


图 5.16.3　截面草图

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 25，其他选项采用系统默认设置。

（4）单击 确定 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

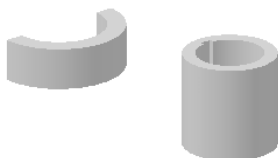
步骤 03 创建图 5.16.4 所示的拉伸特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击此按钮，选取 YC-XC 基准平面为草图平面，单击 确定 按钮；绘制图 5.16.5 所示的截面草图；选择下拉菜单 草图(K) → 完成草图(K) 命令（或单击 完成草图 按钮），退出草图环境。

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 11，其他选项采用系统默认设置。

（4）单击 确定 按钮，完成拉伸特征 2 的创建。


图 5.16.4　拉伸特征 2

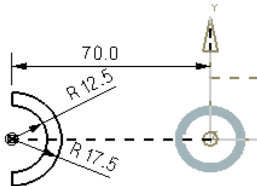


图 5.16.5　截面草图

步骤 04 创建图 5.16.6 所示的拉伸特征 3。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击按钮，选取 YC-XC 基准平面为草图平面，单击 确定 按钮；绘制图 5.16.7 所示的截面草图；选择下拉菜单 草图(K) → 完成草图(K) 命令（或单击 完成草图 按钮），退出草图环境。

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 3；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 8；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，单击按钮，在绘图区选取 步骤 02 所创建的拉伸特征 1 为求和目标体。

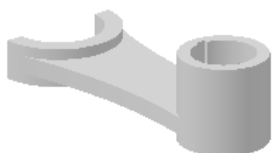


图 5.16.6　拉伸特征 3

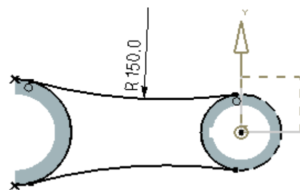


图 5.16.7　截面草图

（4）单击 确定 按钮，完成拉伸特征 3 的创建。

步骤 05　对实体进行求和操作 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 组合体(B) → 求和(U)... 命令（或单击按钮），系统弹出“求和”对话框。

（2）定义目标体和工具体。选取图 5.16.8 所示的特征为目标体，选取图 5.16.9 所示的实体为工具体，单击 确定 按钮，完成求和操作 1。

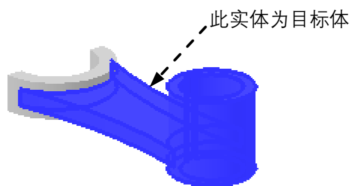


图 5.16.8　目标体

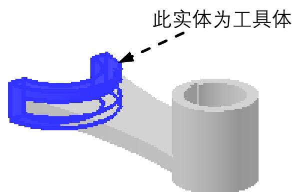
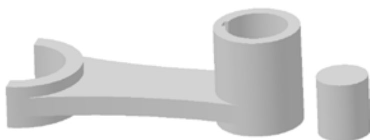


图 5.16.9　工具体

步骤 06　创建图 5.16.10 所示的拉伸特征 4。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框。单击此按钮，选取 YC-XC 基准平面为草图平面，单击确定按钮；绘制图 5.16.11 所示的截面草图；选择下拉菜单草图(K) → 完成草图(K)命令（或单击完成草图按钮），退出草图环境。


图 5.16.10　拉伸特征 4

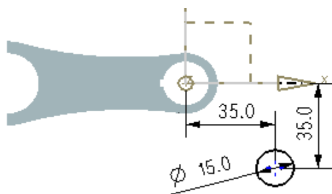


图 5.16.11　截面草图

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 12；在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 27，其他选项采用系统默认设置。

（4）单击确定按钮，完成拉伸特征 4 的创建。

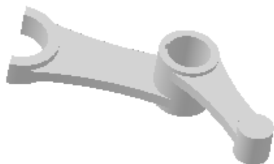
步骤 07　创建图 5.16.12 所示的拉伸特征 5。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令（或单击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击按钮，选取 YC-XC 基准平面为草图平面，单击确定按钮；绘制图 5.16.13 所示的截面草图；选择下拉菜单草图(K) → 完成草图(K)命令（或单击完成草图按钮），退出草图环境。

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 18；在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 23；在布尔区域的下拉列表中选择求和选项，单击按钮，在绘图区选取步骤 06所创建的拉伸特征 4 为求和目标体。

（4）单击确定按钮，完成拉伸特征 5 的创建。


图 5.16.12　拉伸特征 5

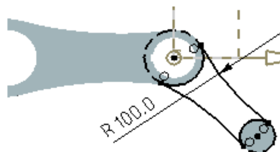


图 5.16.13　截面草图

步骤 08 对实体进行求和操作 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 组合体(B) → 求和(U)... 命令（或单击 按钮），系统弹出“求和”对话框。

（2）定义目标体和工具体。选取图 5.16.14 所示的实体为目标体，选取图 5.16.15 所示的实体为工具体，单击 确定 按钮，完成求和操作 2。

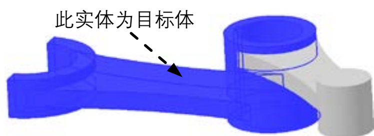


图 5.16.14 目标体

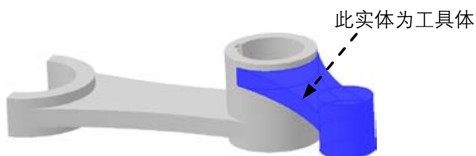


图 5.16.15 工具体

步骤 09 创建图 5.16.16 所示的拉伸特征 6。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单击 按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击 按钮，选取 ZC-XC 基准平面为草图平面，单击 确定 按钮；绘制图 5.16.17 所示的截面草图；选择下拉菜单 草图(K) → 完成草图(K) 命令（或单击 完成草图 按钮），退出草图环境。

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 2；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 2；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。


图 5.16.16 拉伸特征 6

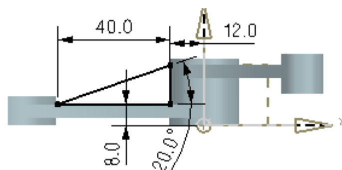


图 5.16.17 截面草图

（4）单击 确定 按钮，完成拉伸特征 6 的创建。

步骤 10 创建图 5.16.18 所示的基准平面 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令（或单击 按钮），系统弹出“基准平面”对话框。

（2）定义基准平面参照。在 类型 区域的下拉列表中选择 成一角度 选项；在 平面参考 区域

中单击按钮，在绘图区选取基准平面 ZC-XC；在通过轴区域中单击按钮，在绘图区选取基准轴 ZC；在角度区域的角度选项文本框中选择值选项，在角度文本框中输入值 45。

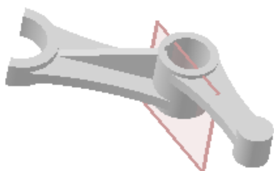
（3）在“基准平面”对话框中单击确定按钮，完成基准平面 1 的创建。

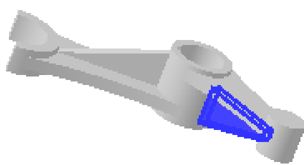
步骤 11 创建图 5.16.19 所示的拉伸特征 7。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令（或单击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击按钮，选取图 5.16.18 所示的基准平面 1 为草图平面，单击确定按钮；绘制图 5.16.20 所示的截面草图；选择下拉菜单草图(K) → 完成草图(K)命令（或单击完成草图按钮），退出草图环境。

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值-2；在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 2；在布尔区域的下拉列表中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。


图 5.16.18　基准平面 1


图 5.16.19　拉伸特征 7

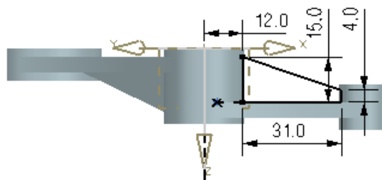


图 5.16.20　截面草图

（4）单击确定按钮，完成拉伸特征 7 的创建。

步骤 12 创建图 5.16.21 所示的基准平面 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)...命令（或单击按钮），系统弹出“基准平面”对话框。

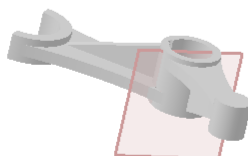
（2）定义基准平面参照。在类型区域的下拉列表中选择成一角度选项；在平面参考区域中单击按钮，在绘图区选取步骤 10所创建的基准平面 1；在通过轴区域中单击按钮，在绘图区选取基准轴 ZC；在角度区域的角度选项文本框中选择值选项，在角度文本框中输入值 90。

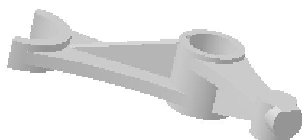
（3）在“基准平面”对话框中单击确定按钮，完成基准平面 2 的创建。

步骤 13 创建图 5.16.22 所示的拉伸特征 8。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击按钮，选取步骤 12 所创建的基准平面 2 为草图平面，单击 确定 按钮；绘制图 5.16.23 所示的截面草图；选择下拉菜单 草图(K) → 完成草图(K) 命令（或单击 完成草图 按钮），退出草图环境。


图 5.16.21　基准平面 2


图 5.16.22　拉伸特征 8

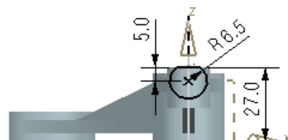


图 5.16.23　截面草图

（3）确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 直至选定对象 选项，单击按钮，选取步骤 06 所创建的拉伸特征 4；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 60；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

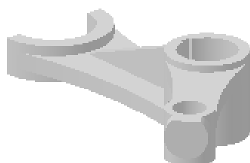
（4）单击 确定 按钮，完成拉伸特征 8 的创建。

步骤 14　创建图 5.16.24 所示的孔特征。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 孔(H)... 命令（或单击按钮），系统弹出“孔”对话框。

（2）定义孔的类型、大小及位置。在 类型 下拉列表中选择 常规孔 选项，在 尺寸 区域的 直径 文本框中输入值 10，在 深度限制 下拉列表中选择 值 选项，在 深度 文本框中输入值 15，在 顶锥角 文本框中输入值 0，然后在绘图区域中选取图 5.16.25 所示的圆弧。

（3）定义布尔运算。在 布尔 区域的 布尔 下拉列表中选择 求差 选项。


图 5.16.24　孔特征

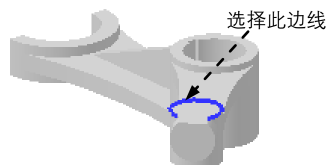


图 5.16.25　孔定位

（4）单击 确定 按钮，完成孔特征的创建。

步骤 15　创建图 5.16.26 所示的拉伸特征 9。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令（或单

击按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

（2）单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框；单击按钮，选取图 5.16.27 所示的平面为草图平面，单击确定按钮；绘制图 5.16.28 所示的截面草图；选择下拉菜单草图(K) → 完成草图(K)命令（或单击完成草图按钮），退出草图环境。



图 5.16.26　拉伸特征 9

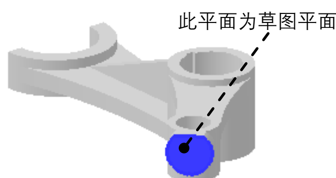


图 5.16.27　选取草图平面

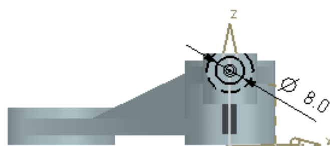


图 5.16.28　截面草图

（3）定义拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0；在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项，并单击“反向”按钮；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，采用系统默认的求差对象。

（4）单击“拉伸”对话框中的确定按钮，完成拉伸特征 9 的创建。

步骤 16　创建图 5.16.29 所示的边倒圆特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)...命令（或单击按钮），系统弹出“边倒圆”对话框。

（2）在要倒圆的边区域中单击按钮，选择图 5.16.29a 所示的八条边线为边倒圆参照边，并在Radius 1文本框中输入值 1.5。

（3）单击确定按钮，完成边倒圆特征 1 的创建。

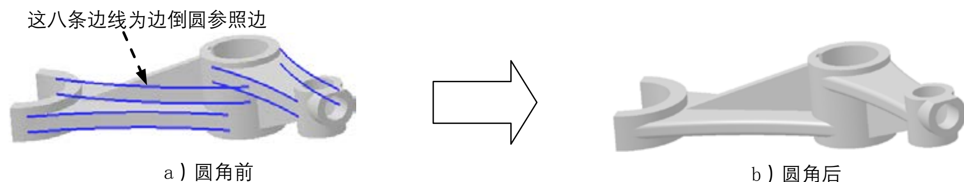


图 5.16.29　边倒圆特征 1

步骤 17　创建边倒圆特征 2。选取图 5.16.30 所示的边线为边倒圆参照边，其圆角半径值为 1。

步骤 18　创建边倒圆特征 3。选取图 5.16.31 所示的边线为边倒圆参照边，其圆角半径值为 1。

步骤 19 创建边倒圆特征 4。选取图 5.16.32 所示的边线为边倒圆参照边，其圆角半径值为 1。

步骤 20 创建边倒圆特征 5。选取图 5.16.33 所示的边线为边倒圆参照边，其圆角半径值为 1。

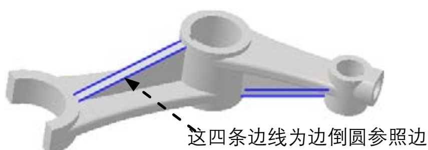


图 5.16.30　边倒圆特征 2

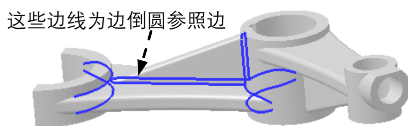


图 5.16.31　边倒圆特征 3

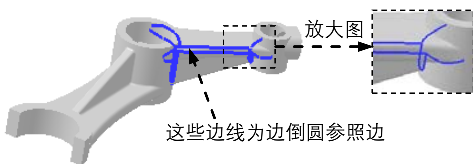


图 5.16.32　边倒圆特征 4

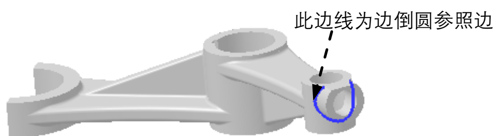


图 5.16.33　边倒圆特征 5

步骤 21 设置隐藏。

（1）选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)... 命令（或单击按钮），系统弹出“类选择”对话框。

（2）选择隐藏对象。单击“类选择”对话框 过滤器 区域中的按钮，系统弹出“根据类型选择”对话框，选择对话框列表中的 草图 和 基准 选项，单击 确定 按钮。系统再次弹出“类选择”对话框，单击对话框 对象 区域中的按钮。

（3）完成隐藏操作。单击对话框中的 确定 按钮，完成对设置对象的隐藏。

步骤 22 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

5.16.2　零件设计综合应用二

案例概述：

本案例介绍了托架的设计过程。通过对本案例的学习，读者可以从中掌握实体拉伸特征、孔及边倒圆特征的应用。其中，孔特征的创建方法较为巧妙，需要读者用心体会。零件模型如图 5.16.34 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.16.02\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch05.16.02\bracket.prt。

5.16.3 零件设计综合应用三

案例概述：

本案例介绍了一个简单箱体的设计过程。主要讲述拉伸、基准面、边倒圆等特征命令的应用。在创建特征的过程中，需要注意所用到的技巧和注意事项。零件模型如图 5.16.35 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.16.03\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch05.16.03\box.prt。



图 5.16.34 托架

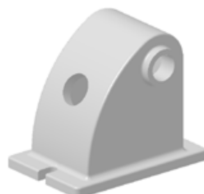


图 5.16.35 箱体

5.16.4 零件设计综合应用四

案例概述：

本案例是一个标准件——蝶形螺母，在创建过程中运用了回转、拉伸、圆角及螺纹等命令。其中要重点掌握圆角（圆角顺序）、螺纹命令的使用。零件模型如图 5.16.36 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.16.04\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch05.16.04\butterfly_nut.prt。

5.16.5 零件设计综合应用五

案例概述：

本案例介绍了箱壳的设计过程。此例是对前面几个案例及相关命令的总结性练习，模型本身虽然是一个很单纯的机械零件，但是通过练习本例，读者可以熟练掌握拉伸特征、孔特征、边倒圆特征及扫掠特征的应用。零件模型如图 5.16.37 所示。



图 5.16.36 蝶形螺母

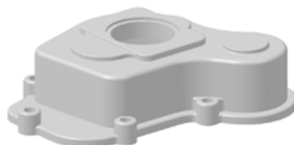


图 5.16.37 箱壳



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.16.05\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch05.16.05\tank_shell.prt。

5.16.6 零件设计综合应用六

案例概述：

本案例介绍了泵体的设计过程。通过对本案例的学习，读者可以对拉伸、孔、螺纹和阵列等特征的应用有更为深入的理解。在创建特征的过程中，需要注意在特征定位过程中用到的技巧和某些注意事项。零件模型如图 5.16.38 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.16.06\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch05.16.06\pump.prt。

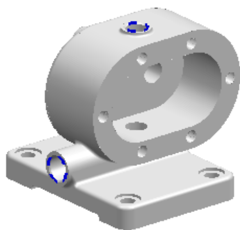


图 5.16.38　泵体

第 6 章 装配设计

6.1 装配基础

6.1.1 装配概述

一个产品（组件）往往是由多个部件组合（装配）而成的，装配模块用来建立部件间的相对位置关系，从而形成复杂的装配体。部件间位置关系的确定主要通过添加约束实现。

通常 CAD/CAM 软件包括两种装配模式：多组件装配和虚拟装配。多组件装配是一种简单的装配，其原理是首先将每个组件的信息复制到装配体中，然后将每个组件放到对应的位置。虚拟装配是指建立各组件的链接，装配体与组件是一种引用关系。

相对于多组件装配，虚拟装配有以下几个明显的优点。

- 虚拟装配中的装配体是引用各组件的信息，而不是复制其本身。因此，改动组件时，相应的装配体也自动更新。这样，当对组件进行变动时，就不需要对与之相关的装配体进行修改，同时也避免了修改过程中可能出现的错误，提高了效率。
- 虚拟装配中，各组件通过链接应用到装配体中，比复制节省了存储空间。
- 控制部件可以通过引用集进行引用，下层部件不需要在装配体中显示，所以简化了组件的引用，提高了显示速度。

UG NX 6.0 的装配模块具有以下特点。

- 利用装配导航器可以清晰地查询、修改和删除组件及约束。
- 提供了强大的爆炸图工具，可以方便地生成装配体的爆炸图。
- 提供了很强的虚拟装配功能，有效地提高了工作效率。提供了方便的组件定位方法，可以快捷地设置组件间的位置关系。系统提供了八种约束方式，通过对组件添加多个约束，可以准确地把组件装配到位。

【相关术语和概念】

装配：是指在装配过程中建立部件之间的相对位置关系，由部件和子装配组成。

组件：在装配过程中按特定位置和方向使用的部件。组件既可以是独立的部件，也可以是由其他较低级别的组件组成的子装配。装配体中的每个组件仅包含一个指向其主几何体的指针，在修改组件的几何体时，装配体将随之发生变化。

部件：任何 prt 文件都可以作为部件添加到装配文件中。

工作部件：可以在装配模式下编辑的部件。在装配状态下，一般不能对组件直接进行修改，若要修改组件，则需要将该组件设定为工作部件。部件被编辑后，所修改的变化会反映到所有引用该部件的组件上。

子装配：子装配是在更高一级装配过程中被用做组件的装配，子装配也可以拥有自己的子装配。子装配是相对于引用它的更高一级装配来说的，任何一个装配部件都可在更高一级装配过程中用作子装配。

引用集：定义在每个组件中的附加信息，其内容包括了该组件在装配时显示的信息。每个部件可以有多个引用集，供用户在装配时选用。

6.1.2　装配环境中的下拉菜单及工具条

装配环境中的下拉菜单中包含了进行装配操作的所有命令，而装配工具条包含了进行装配操作的常用按钮。工具条中的按钮都能够在下拉菜单中找到与其对应的命令，这些按钮是进行装配的主要工具。

新建任意一个文件（如 work.prt）；选择 开始 下拉菜单中的 装配(L) 命令，进入装配环境，并显示图 6.1.1 所示的“装配”工具条。如果没有显示，则用户可以通过在“定制”对话框中选中 ☑ 装配 命令，调出“装配”工具条；选择 装配(A) 下拉菜单（图 6.1.2）。

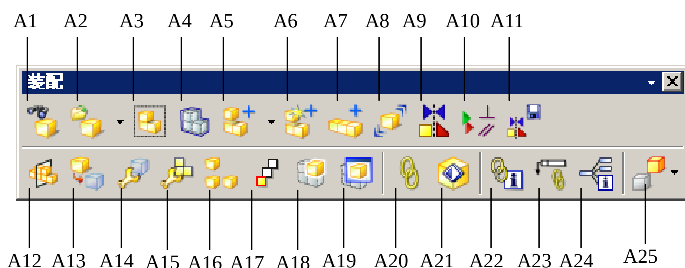


图 6.1.1　“装配”工具条

图 6.1.1 所示　“装配”工具条中各按钮的功能说明如下。

A1（查找组件）：该按钮用于查找组件。单击该按钮，系统弹出图 6.1.3 所示的“查找组件”对话框，利用该对话框中的 根据属性 、 从列表 、 根据大小 、 按名称 和 根据状态 五个选项卡可以查找组件。

A2（打开组件）：该按钮用于打开某一个关闭的组件。例如，在装配导航器中关闭某个组件时，该组件在装配体中消失，此时在装配导航器中选中该组件，单击 按钮，该组件被打开。

A3（按邻近度打开）：该按钮用于按邻近度打开一个范围内的所有关闭组件。单击此按钮，系统弹出“类选择”对话框，选择某一组件后，单击 确定 按钮，系统弹出图 6.1.4 所示的“按邻近度打开”对话框。用户在“按邻近度打开”对话框中可以拖动滑块设定范围，主对话框中会显示该范围的图形，应用后会打开该范围内的所有关闭组件。

A4（显示产品轮廓）：该按钮用于显示产品轮廓。单击此按钮，显示当前定义的产品轮廓。如果在选择显示产品轮廓选项时没有现有的产品轮廓，则系统会弹出一条消息，用于提示用户选择是否创建新的产品轮廓。

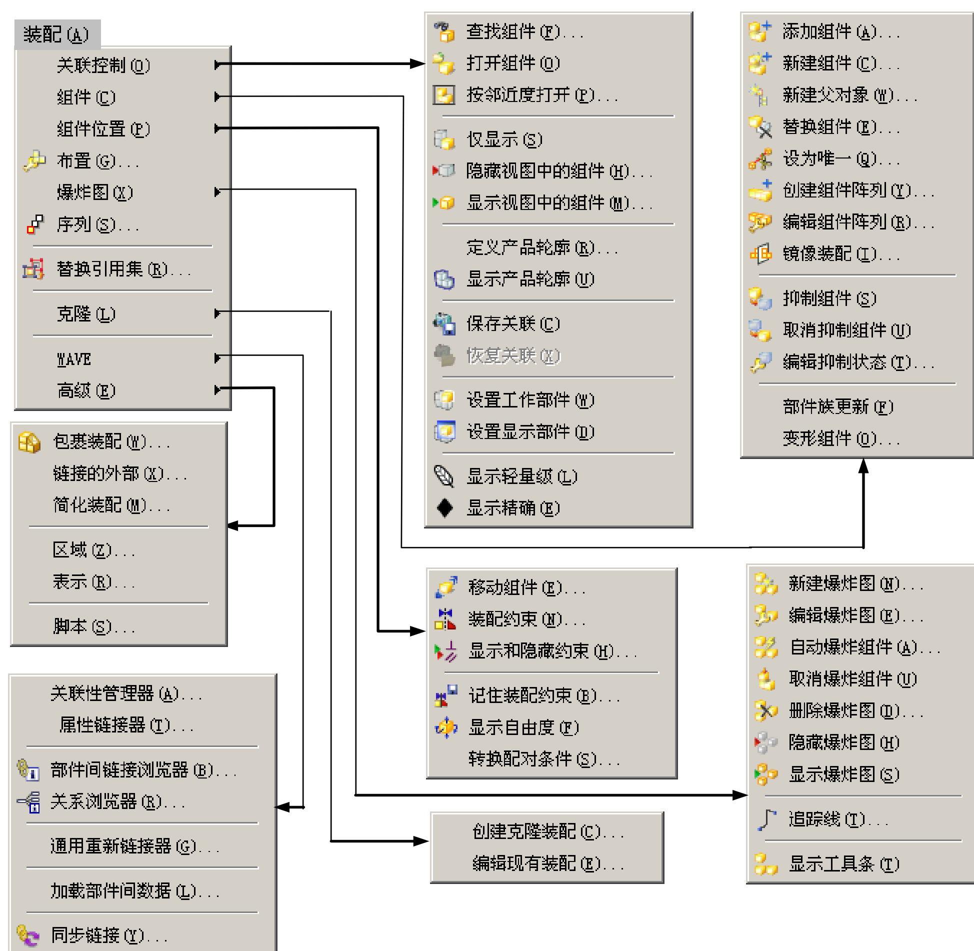


图 6.1.2 “装配”下拉菜单

A5（添加组件）：该按钮用于加入现有的组件。在装配过程中经常会用到此按钮，其功能是向装配体中添加已存在的组件，添加的组件既可以是未载入系统中的部件文件，也可以是已载入系统中的组件。用户可以选择在添加组件的同时定位组件，设定与其他组件的装配

约束，也可以不设定装配约束。

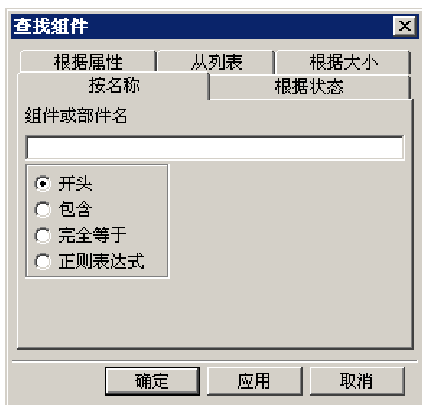


图 6.1.3 “查找组件”对话框

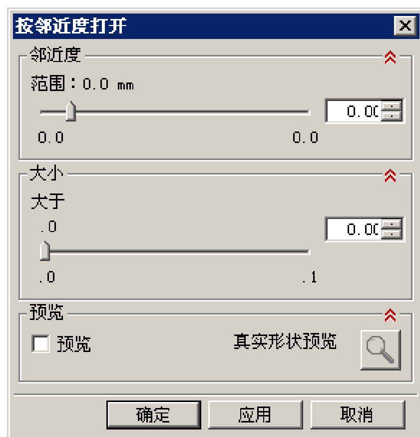


图 6.1.4 “按邻近度打开”对话框

A6（新建组件）：该按钮用于创建新的组件，并将其添加到装配体中。

A7（创建组件阵列）：该按钮用于创建组件阵列。

A8（移动组件）：该按钮用于移动组件。

A9（装配约束）：该按钮用于在装配体中添加装配约束，使各零部件装配到合适的位置。

A10（显示和隐藏约束）：该按钮用于显示和隐藏约束及使用其关系的组件。

A11（记住装配约束）：该按钮用于记住部件中的装配约束，以供其他组件重复使用。

A12（镜像装配）：该按钮用于镜像装配。对于含有很多组件的对称装配，此命令是很有用的，只需首先装配一侧的组件，然后进行镜像即可。镜像功能可以对整个装配进行镜像，也可以选择个别组件进行镜像，还可指定要从镜像的装配体中排除的组件。

A13（抑制组件）：该按钮用于抑制组件。抑制组件将组件及其子项从显示中删除，但不删除被抑制的组件，它们仍存在于数据库中。

A14（编辑抑制状态）：该按钮用于编辑抑制状态。选择一个或多个组件，单击此按钮，系统弹出“抑制”对话框，可以定义所选组件的抑制状态。如果装配有多个布置，或选定组件有多个控制父组件，则还可以对所选的不同布置或父组件定义不同的抑制状态。

A15（装配布置）：该按钮用于编辑排列。单击此按钮，系统弹出“编辑布置”对话框，可以定义装配布置来为部件中的一个或多个组件指定备选位置，并将这些备选位置和部件保存在一起。

A16（爆炸图）：该按钮用于调出“爆炸视图”工具条，从而可以进行创建爆炸图、编辑爆炸图以及删除爆炸图等操作。

A17（装配序列）：该按钮用于查看和更改创建装配的序列。单击此按钮，系统弹出“序列导航器”和“装配序列”工具条。

A18（设置工作部件）：该按钮用于将选定的组件设置为工作组件。

A19（设置显示部件）：该按钮用于将选定的组件设置为显示组件。

A20（WAVE 几何链接器）：该按钮用于 WAVE 几何链接器。允许在工作部件中创建关联的或非关联的几何体。

A21（产品接口）：该按钮用于定义其他部件可以引用的几何体和表达式，设置引用规则并列出引用工作部件的部件。

A22（部件间链接浏览器）：该按钮用于提供部件之间的链接信息，并修改这些链接。

A23（WAVE PMI 链接器）：将 PMI 从一个部件复制到另一个部件，或从一个部件复制到装配体中。

A24（关系浏览器）：该按钮用于提供有关部件间链接的图形信息。

A25（装配间隙）：该按钮用于快速分析组件间的干涉，包括软干涉、硬干涉和接触干涉。如果干涉存在，单击此按钮，则系统会弹出干涉检查报告。在干涉检查报告中，用户可以选择某一干涉，隔离与之无关的组件。

6.1.3 装配导航器

为了便于用户管理装配组件，UG NX 6.0 提供了装配导航器功能。装配导航器在一个单独的对话框中以图形的方式显示出部件的装配结构，并提供了在装配中操控组件的快捷方法。可以使用装配导航器选择组件进行各种操作，以及执行装配管理功能，如更改工作部件、更改显示部件、隐藏和不隐藏组件等。

装配导航器将装配结构显示为对象的树形图。每个组件都显示为装配树结构中的一个节点。

打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.01.03\general.prt；单击用户界面资源工具条区中的“装配导航器”选项卡，显示“装配导航器”窗口。在装配导航器的第一栏，可以方便地查看和编辑装配体和各组件的信息。

1. 装配导航器的按钮

装配导航器的模型树中各部件名称前后有很多图标，不同的图标表示不同的信息。

- ：选中此复选标记，表示组件至少已部分打开且未隐藏。
- ：取消此复选标记，表示组件至少已部分打开，但不可见。不可见的原因可能是

由于被隐藏、在不可见的层上或在排除引用集中。单击该复选框，系统将完全显示该组件及其子项，图标变成☑。

◆ ☐：此复选标记表示组件关闭，在装配体中将看不到该组件，该组件的图标将变为（当该组件为非装配或子装配时）或（当该组件为子装配时）。单击该复选框，系统将完全或部分加载组件及其子项，组件在装配体中显示，该图标变成☑。

◆ ：此标记表示组件被抑制。不能通过单击该图标编辑组件状态，如果要消除抑制状态，可右击，从弹出的快捷菜单中选择 抑制... 命令，然后进行相应操作。

◆ ：此标记表示该组件是装配体。

◆ ：此标记表示装配体中的单个模型。

2. 装配导航器的操作

◆ 装配导航器窗口的操作。
- 显示模式控制：通过单击右上角的按钮，可以使装配导航器窗口在浮动和固定之间切换。
- 列设置：装配导航器默认的设置只显示几列信息，大多数都被隐藏了。在装配导航器空白区域右键单击，在快捷菜单中选择 列 ▸，系统会展开所有列选项供用户选择。

◆ 组件操作。
- 选择组件：单击组件的节点，可以选择单个组件。按住 Ctrl 键可以在装配导航器中选择多个组件。如果要选择的组件是相邻的，可以按住 Shift 键单击选择第一个组件和最后一个组件，则这中间的组件全部被选中。
- 拖放组件：可在按住鼠标左键的同时选择装配导航器中的一个或多个组件，将它们拖到新位置。松开鼠标左键，目标组件将成为包含该组件的装配体，其按钮也将变为。
- 将组件设为工作组件：双击某一组件，可以将该组件设为工作组件，装配体中的非工作组件将变为浅蓝色，此时可以对工作组件进行编辑（这与在图形区域双击某一组件的效果是一样的）。要取消工作组件状态，只需在根节点处双击即可。

6.1.4 预览面板和相依性面板

1. 预览面板

在“装配导航器”窗口中单击 预览 标题栏，可展开或折叠面板。选择装配导航器中的组

件，可以在预览面板中查看该组件的预览。添加新组件时，如果该组件已加载到系统中，预览面板也会显示该组件的预览。

2. 相依性面板

在“装配导航器”窗口中单击相依性标题栏，可展开或折叠面板。选择装配导航器中的组件，可以在相依性面板中查看该组件的相依性关系。

在相依性面板中，每个装配组件下都有两个文件夹：子项和父项。以选中组件为基础组件，定位其他组件时所建立的约束和配对对象属于子项；以其他组件为基础组件，定位选中的组件时所建立的约束和配对对象属于父项。单击“局部放大图”按钮，系统详细列出了其中所有的约束条件和配对对象。

6.1.5 装配约束

配对条件用于在装配中定位组件，可以指定一个部件相对于装配体中另一个部件（或特征）的放置方式和位置。例如，可以指定一个螺栓的圆柱面与一个螺母的内圆柱面共轴。UG NX 6.0 中配对条件的类型包括配对、对齐和中心等。每个组件都有唯一的配对条件，这个配对条件由一个或多个约束组成。每个约束都会限制组件在装配体中的一个或几个自由度，从而确定组件的位置。用户可以在添加组件的过程中添加配对条件，也可以在添加完成后添加约束。如果组件的自由度被全部限制，可称为完全约束；如果组件的自由度没有被全部限制，则称为欠约束。

在 UG NX 6.0 中，配对条件是通过“装配约束”对话框中的操作来实现的，下面对“装配约束”对话框进行介绍。

打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.01.05\glass_fix_asm.prt，选择下拉菜单 装配(A) → 组件位置(P) → 装配约束(N)... 命令，系统弹出图 6.1.5 所示的“装配约束”对话框。

“装配约束”对话框中主要包括三个区域：“类型”区域、“要约束的几何体”区域和“设置”区域。

图 6.1.5 所示“装配约束”对话框的类型区域中各约束类型的说明如下。

- ◆ 接触对齐：该约束用于两个组件，使其彼此接触或对齐。当选择该选项后，要约束的几何体区域的方位下拉列表中出现四个选项。
  - ● 首选接触：若选择该选项，则当接触和对齐约束都可能时显示接触约束（在大多数模型中，接触约束比对齐约束更常用）；当接触约束过度约束装配时，将显示对齐约束。

- 接触：若选择该选项，则约束对象的曲面法向在相反方向上。
- 对齐：若选择该选项，则约束对象的曲面法向在相同方向上。
- 自动判断中心/轴：该选项主要用于定义两圆柱面、两圆锥面或圆柱面与圆锥面同轴约束。

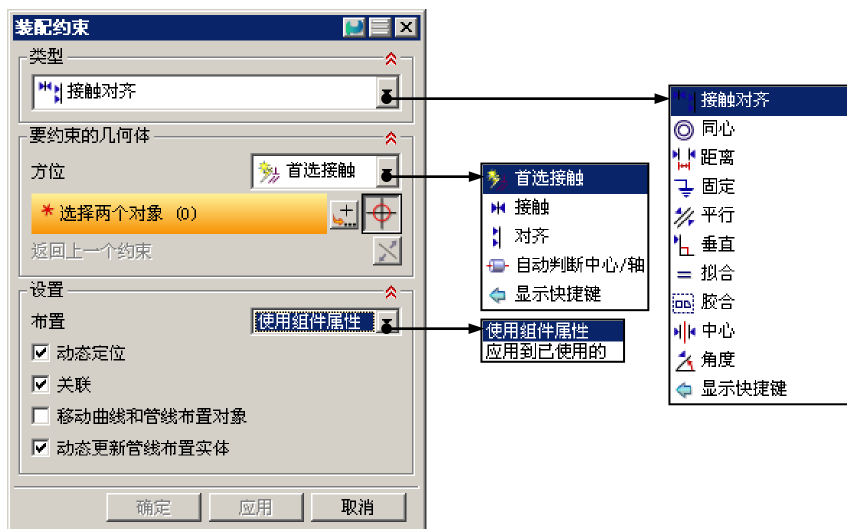


图 6.1.5 “装配约束”对话框

- 同心：该约束用于定义两个组件的圆形边界或椭圆边界的中心重合，并使边界的面共面。
- 距离：该约束用于设定两个接触对象间的最小 3D 距离。选择该选项，并选定接触对象后，距离区域的距离文本框被激活，可以直接输入数值。
- 固定：该约束用于将组件固定在其当前位置，一般用在第一个装配元件上。
- 平行：该约束用于使两个目标对象的矢量方向平行。
- 垂直：该约束用于使两个目标对象的矢量方向垂直。
- 拟合：该约束用于定义将半径相等的两个圆柱面拟合在一起。此约束对确定孔中销或螺栓的位置很有用。如果以后半径变为不等，则该约束无效。
- 胶合：该约束用于组件“焊接”在一起。
- 中心：该约束用于使一对对象之间的一个或两个对象居中，或使一对对象沿另一个对象居中。当选取该选项时，要约束的几何体区域的子类型下拉列表中出现三个选项。
  - 1 对 2：该选项用于定义在后两个所选对象之间使第一个所选对象居中。
  - 2 对 1：该选项用于定义将两个所选对象沿第三个所选对象居中。

- 2 对 2：该选项用于定义将两个所选对象在两个其他所选对象之间居中。

◆ 角度：该约束用于约束两对象间的旋转角。选取角度约束后，要约束的几何体区域的子类型下拉列表中出现两个选项。

- 3D 角：该选项用于约束需要“源”几何体和“目标”几何体，不需要指定旋转轴，可以任意选择满足指定几何体之间角度的位置。
- 方向角度：该选项用于约束需要“源”几何体和“目标”几何体，还特别需要一个定义旋转轴的预先约束，否则创建定位角约束失败。为此，希望尽可能创建 3D 角度约束，而不创建方向角度约束。

1. “固定”约束

“固定”约束是将部件固定在图形窗口的当前位置。向装配环境中引入第一个部件时，通常对该部件添加“固定”约束。

2. “对齐”约束

“对齐”约束可使两个装配部件中的两个平面（图 6.1.6a）重合并且朝向相同方向，如图 6.1.6b 所示；同样，“对齐约束”也可以使其他对象对齐。



图 6.1.6 “对齐”约束

3. “距离”约束

“距离”约束可使两个装配部件中的两个平面保持一定的距离，可以直接输入距离值，如图 6.1.7 所示。

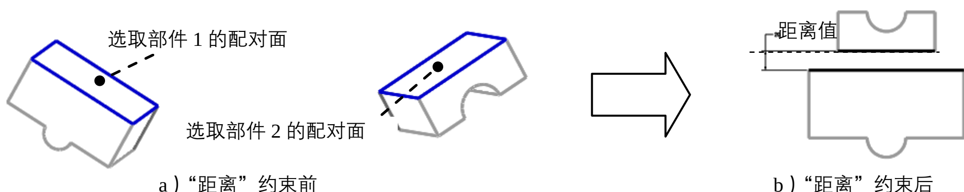


图 6.1.7 “距离”约束

4. “角度”约束

“角度”约束可使两个装配部件上的线或面建立一个角度，从而限制部件的相对位置关

系，如图 6.1.8 所示。

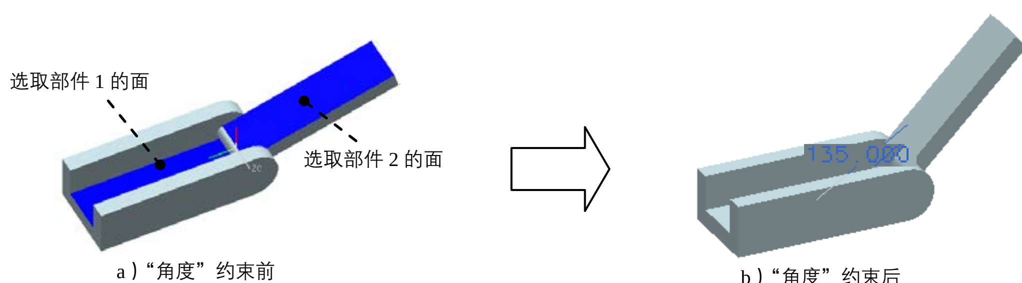


图 6.1.8 “角度”约束

5. “平行”约束

“平行”约束可使两个装配部件中的两个平面进行平行约束，如图 6.1.9 所示。

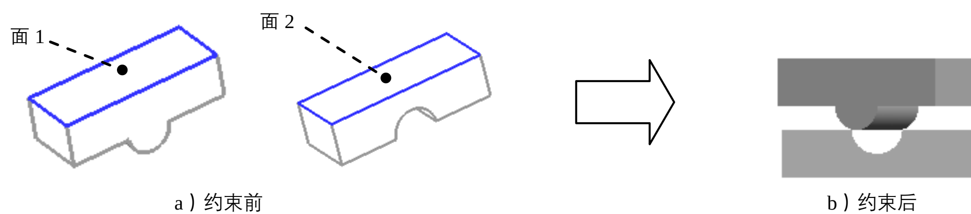


图 6.1.9 “平行”约束

6. “垂直”约束

“垂直”约束可使两个装配部件中的两个平面进行垂直约束，如图 6.1.10 所示。

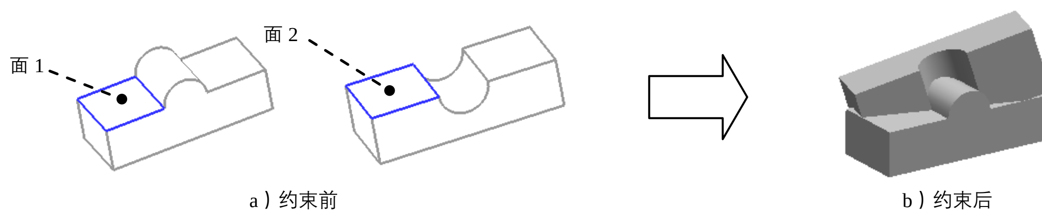


图 6.1.10 “垂直”约束

6.2 装配设计一般过程

装配设计一般有两种基本方式：自底向上装配设计和自顶向下装配设计。如果首先设计好全部部件，然后将部件作为组件添加到装配体中，则称为自底向上装配；如果首先设计好装配体模型，然后在装配体中创建组件模型，最后生成部件模型，则称为自顶向下装配。

UG NX 6.0 提供了自底向上和自顶向下装配功能，并且两种方法可以混合使用。自底向上装配是一种常用的装配模式，本书主要介绍自底向上装配。

下面以一个简单的装配模型为例，介绍自底向上装配设计的一般过程。

6.2.1 添加第一个部件

步骤 01 新建文件，单击按钮，在弹出的“新建文件”对话框中选择装配模板，在名称文本框中输入 assemblage，将保存位置设置为 D:\ugsc60\work\ch06.02，单击确定按钮。系统弹出图 6.2.1 所示的“添加组件”对话框。

步骤 02 添加第一个部件。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ugsc60\work\ch06.02\part_01.prt，然后单击 OK 按钮。

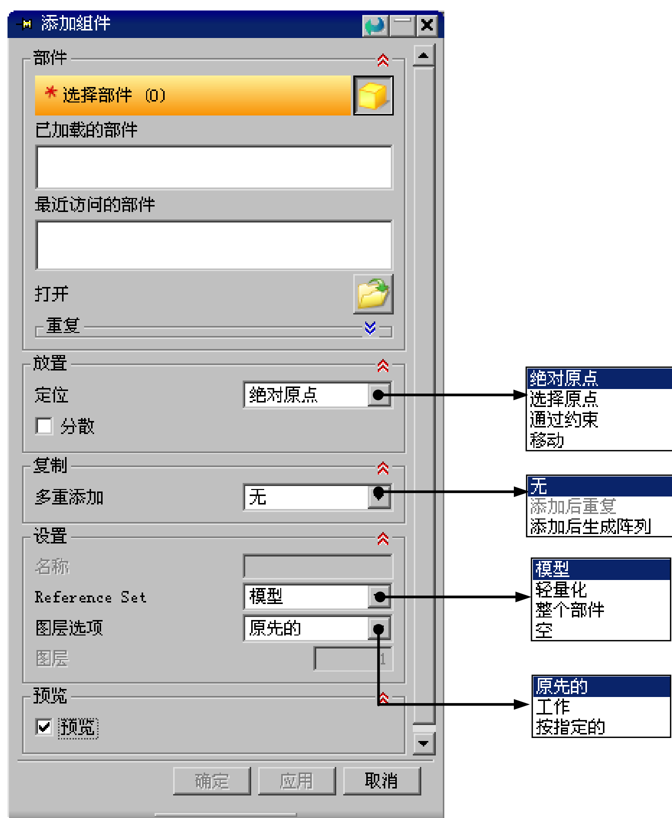


图 6.2.1 “添加组件”对话框

步骤 03 定义放置定位。在“添加组件”对话框放置区域的定位下拉列表中选取通过约束选项；选中预览区域的预览复选框，单击应用按钮。

步骤 04 阶梯轴模型 part_01 被添加到 assemblage 中。

步骤 05 添加固定约束。在“装配约束”对话框的类型下拉列表中选择固定选项，

在组件预览区域中选取阶梯轴模型 part_01，单击 确定 按钮。

图 6.2.1 所示的“添加组件”对话框中主要选项的功能说明如下。

◆ 在“添加组件”对话框中，系统提供了两种添加方式：一种是按照 步骤 02 中的方法，可以选择没有载入 UG NX 6.0 系统中的文件，由用户从硬盘中选择；另一种方式是选择载入的部件，在对话框中列出了所有已载入的部件，可以直接选取。

◆ 部件 区域：用于从硬盘中选取部件或选取已经加载的部件。

- 已加载的部件：此文本框中的部件是已经加载到此软件中的部件。
- 最近访问的部件：此文本框中的部件是在装配模式下最近打开过的部件。
- 打开：点击其后的“打开”按钮，可以从硬盘中选取要装配的部件。
- 重复：是指把同一部件多次装配到装配体中。

◆ 放置 区域：该区域中包含一个 定位 下拉列表，通过此下拉列表可以指定部件在装配体中的位置。

- 绝对原点 是指在绝对坐标系下对载入部件进行定位，如果需要添加约束，可以在添加组件完成后设定。
- 选择原点 是指在坐标系中给出一定点位置对部件进行定位。
- 通过约束 是指把添加组件和添加约束放在一个命令中进行，选择该选项并单击“确定”后，系统弹出“装配约束”对话框，完成装配约束的定义。
- 移动 是指重新指定载入部件的位置。

◆ 复制：可以将选取的部件在装配体中创建重复和组件阵列。

◆ 设置：此区域是设置部件的 名称、Reference Set 和 图层选项。

- 名称 文本框：在文本框中可以更改部件的名称。
- 图层选项 下拉列表：该下拉列表中包含 原先的、工作 和 按指定的 三个选项。原先的 是指将新部件放到设计时所在的层；工作 是将新部件放到当前工作层；按指定的 是指将载入部件放入指定的层中，选择 按指定的 选项后，其下方的 图层 文本框被激活，可以输入层名。

◆ 预览 复选框：选中此复选框，单击“应用”按钮后系统会自动弹出选中部件的预览对话框。

6.2.2 添加其他个部件

步骤 01 添加第二个部件。在“添加组件”对话框中单击 按钮，选择 D:\ugsc60\work\ch06.02\part_02.prt，然后单击 OK 按钮。

步骤 02 定义放置定位。在“添加组件”对话框 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 通过约束 选项；选中预览区域的 预览 复选框，单击 确定 按钮。此时系统弹出图 6.2.2 所示的“装配约束”对话框和图 6.2.3 所示的“组件预览”对话框。



在图 6.2.3 所示的“组件预览”对话框中可单独对要装入的部件进行缩放、旋转和平移，这样就可以将要装配的部件调整到方便选取装配约束参照的位置。

步骤 03 添加“接触”约束。在“装配约束”对话框的 类型 下拉列表中选择 接触对齐 选项，在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 首选接触 选项；在 预览 区域中选中 在主窗口中预览组件 复选框；在“组件预览”对话框中选取图 6.2.4 所示的接触平面 1，然后在图形区中选取图 6.2.4 所示的接触平面 2。单击 应用 按钮，结果如图 6.2.5 所示。

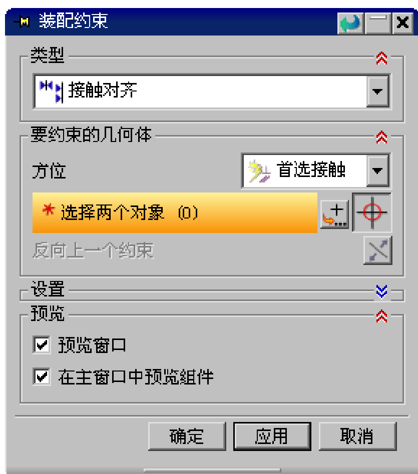


图 6.2.2 “装配约束”对话框

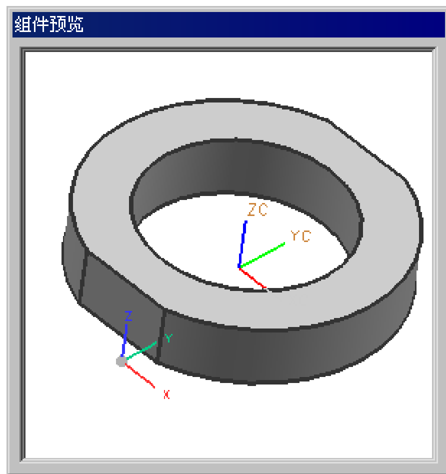


图 6.2.3 “组件预览”对话框

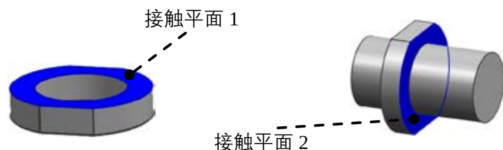


图 6.2.4 选取接触面

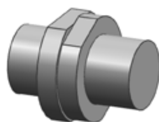


图 6.2.5 接触结果

步骤 04 添加“对齐”约束。在“装配约束”对话框 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 对齐 选项，然后选取图 6.2.6 所示的对齐平面 1 和对齐平面 2，单击 应用 按钮，结果如图 6.2.7 所示。

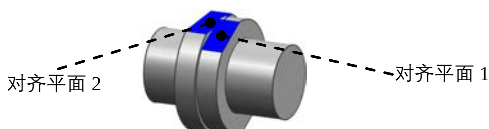


图 6.2.6 选择对齐平面

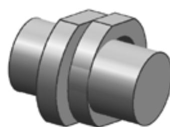


图 6.2.7 对齐结果

步骤 05 添加“同轴”约束。在“装配约束”对话框 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 自动判断中心/轴 选项，然后选取图 6.2.8 所示的曲面 1 和曲面 2，单击 确定 按钮，则这两个圆柱曲面的轴重合，结果如图 6.2.9 所示。

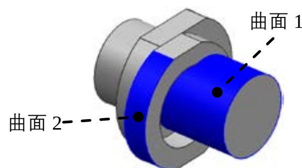


图 6.2.8 选择同轴曲面

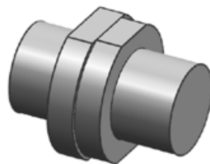


图 6.2.9 同轴结果



- ◆ 约束不是随意添加的，各种约束之间有一定的制约关系。如果后加的约束与先加的约束产生矛盾，那么将不能添加成功。
- ◆ 有时约束之间并不矛盾，但由于添加顺序不同可能导致不同的解或者无解。例如，现在希望得到图 6.2.10 所示假设的装配关系：平面 1 和平面 2 对齐，圆柱面 1 和圆柱面 2 相切，现在尝试使用两种方法添加约束。

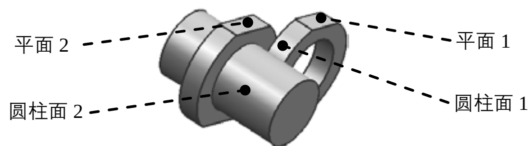


图 6.2.10 假设装配关系

方法一：先让两平面对齐，然后添加两圆柱面相切，如果得不到图中的位置，可以单击按钮，这样就能得到图中所示的装配关系。

方法二：先添加两圆柱面接触（相切）的约束，然后让两平面对齐。多操作几次会发现，两圆柱面的切线是不确定的，通过单击按钮也只能得到两种解。在多数情况下，平面对齐

是不能进行的。

由上面例子看出，组件装配约束的添加并不是随意的，不仅要求约束之间没有矛盾，而且选择合适的添加顺序也很重要。

6.3 引用集在装配中的应用

在虚拟装配时，一般并不希望将每个组件的所有信息都引用到装配体中，通常只需要部件的实体图形，而很多部件还包含了基准平面、基准轴和草图等其他不需要的信息，这些信息会占用很大的内存空间，也会给装配带来不必要的麻烦。因此，UG NX 6.0 允许用户根据需要选取一部分几何对象作为该组件的代表参加装配，这就是引用集的作用。

用户创建的每个组件都包含了默认的引用集，默认的引用集有三种：模型、空和整个部件。此外，用户还可以修改和创建引用集，选择格式(R)下拉菜单中的引用集(R)...命令，系统弹出图 6.3.1 所示的“引用集”对话框，其中提供了对引用集进行创建、删除和编辑的功能。

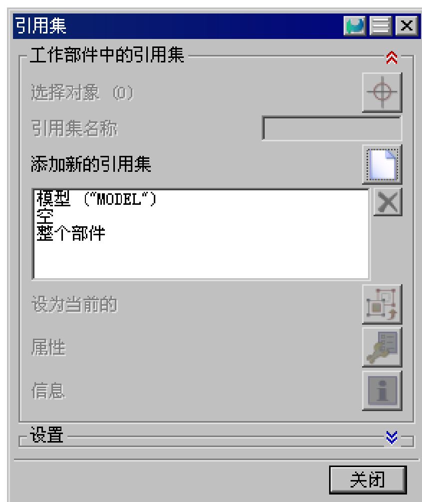


图 6.3.1 “引用集”对话框

6.4 组件阵列

与零件模型中的特征阵列一样，在装配体中，也可以对部件进行阵列。部件阵列的类型主要包括“从实例特征”阵列、“线性”阵列和“圆周”阵列。

6.4.1 从实例特征阵列

如图 6.4.1 所示，部件的“从实例特征”阵列是以装配体中某一零件中的特征阵列为参照来进行部件的阵列。图 6.4.1b 中的 4 个螺钉阵列，是参照装配体中部件 1 上的 4 个阵列孔来进行创建的。所以在创建“从实例特征”之前，应提前在装配体的某个零件中创建某一特征的阵列，该特征阵列将作为部件阵列的参照。

下面以图 6.4.1 所示为例来说明“从实例特征”阵列的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.04.01\refer_pattern.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 创建组件阵列(Y)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

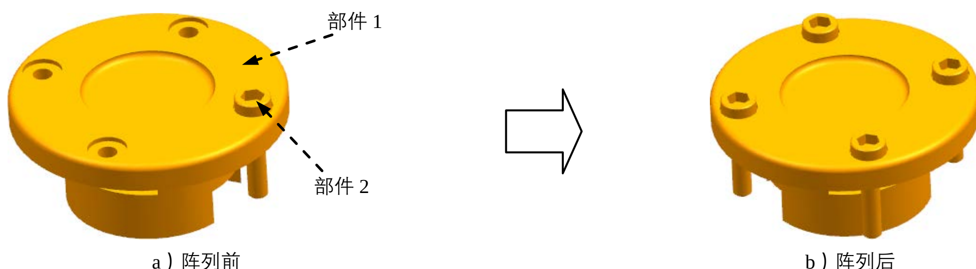


图 6.4.1　部件阵列

步骤 03 选择要进行阵列的部件。选择部件 2，再单击 确定 按钮，系统弹出“创建组件阵列”对话框。

步骤 04 阵列部件。选择“创建组件阵列”对话框 阵列定义 区域中的 ⊙ 从实例特征 单选项，单击 确定 按钮，系统自动创建图 6.4.1b 所示的部件阵列。



如果修改阵列中的某一个部件，系统会自动修改阵列中的每一个部件。

6.4.2　线性阵列

部件的“线性”阵列是使用装配中的约束尺寸创建阵列，所以只有使用像“接触”“对齐”和“偏距”这样的约束类型才能创建部件的“线性”阵列。下面以图 6.4.2 为例来说明尺寸阵列的一般操作过程。

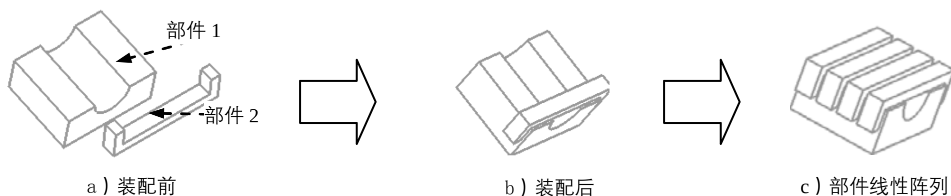


图 6.4.2　部件装配及阵列

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.04.02\linearity。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 创建阵列(Y)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 03 选择要进行阵列的部件。在“类选择”对话框 * 选择对象 (0) 选项的提示下，

选择部件 2，再单击 确定 按钮，系统弹出“创建组件阵列”对话框。

步骤 04 阵列部件。选择“创建组件阵列”对话框 阵列定义 区域中的 ⊙ 线性 单选项，单击 确定 按钮，系统弹出图 6.4.3 所示“创建线性阵列”对话框。

步骤 05 定义阵列方向。在“创建线性阵列”对话框的 方向定义 区域中选中 ⊙ 边 单选项，然后选择图 6.4.4 所示的部件 1 的边缘，系统自动激活“创建线性阵列”对话框的 总数 - XC 文本框和 偏置 - XC 文本框。

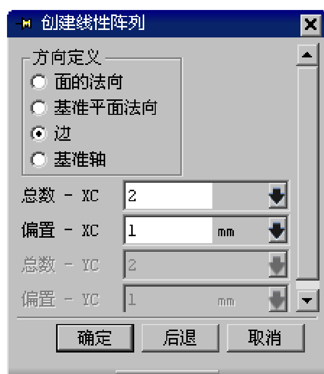


图 6.4.3 “创建线性阵列”对话框

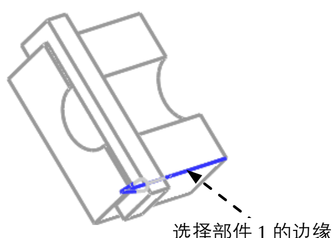


图 6.4.4 定义方向

步骤 06 设置阵列参数。在“创建线性阵列”对话框的 总数 - XC 文本框中输入值 4，在 偏置 - XC 文本框中输入值-20。

步骤 07 单击 确定 按钮，完成部件的阵列。

6.4.3 圆周阵列

部件的“圆周”阵列是使用装配中的中心对齐约束创建阵列，所以只有使用像“中心”这样的约束类型才能创建部件的“圆周”阵列。下面以图 6.4.5 为例来说明“圆周”阵列的一般操作过程。

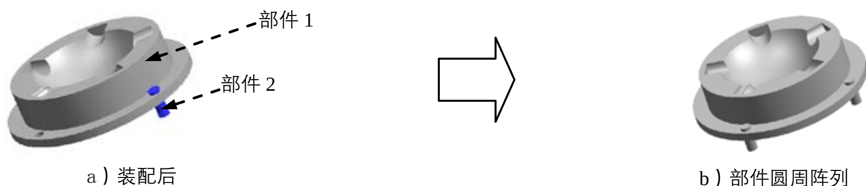


图 6.4.5 部件装配及阵列

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.04.03\component_round.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 创建阵列(Y)... 命令，系

统弹出“类选择”对话框。

步骤 03 选择要进行阵列的部件。在“类选择”对话框 * 选择对象 (0) 选项的提示下，选择部件 2，单击 确定 按钮，系统弹出“创建组件阵列”对话框。

步骤 04 阵列部件。选择“创建组件阵列”对话框 阵列定义 区域中的 ⦿ 圆形 单选项，单击 确定 按钮，系统自动弹出图 6.4.6 所示的“创建圆形阵列”对话框。

步骤 05 定义阵列方向。在“创建圆形阵列”对话框的 轴定义 区域中选中 ⦿ 边 单选项，然后选择图 6.4.7 所示的部件 1 的边缘。

步骤 06 设置阵列参数。在“创建圆形阵列”对话框的 总数 文本框中输入值 4，在 角度 文本框中输入值 90。

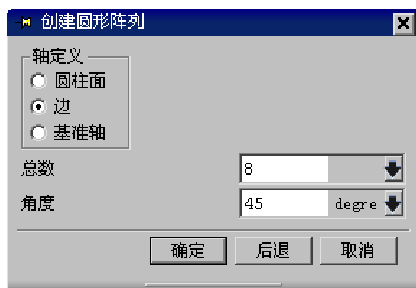


图 6.4.6 “创建圆形阵列”对话框

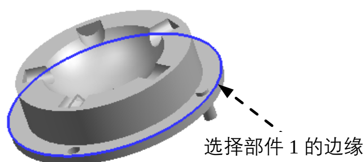


图 6.4.7 定义轴

步骤 07 单击 确定 按钮，完成部件“圆周”阵列的创建。

6.5 编辑装配体中的部件

装配体完成后，可以对该装配体中的任何部件（包括零件和子装配件）进行特征建模、修改尺寸等编辑操作。编辑装配体中部件的一般操作过程如下。

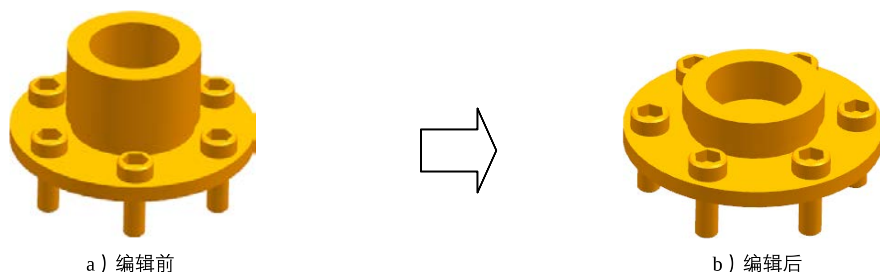
步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.05\ edit_asm.prt。



定义工作部件。图 6.5.1 所示工作组件 link_flange.prt 为要编辑的组件（如果编辑的部件不是固定在绝对原点上，则双击该组件，将该组件设为工作组件）。

步骤 02 选择命令。在模型树中双击 ☑ 回转 (1)。

步骤 03 定义编辑参数。将“回转体 1”截面草图中的尺寸“64”改为“35”。



a）编辑前　　　　b）编辑后

图 6.5.1　编辑装配体中的部件

6.6　爆炸图

爆炸图是指在同一幅图里，把装配体的组件拆分开，使各组件之间分开一定的距离，以便观察装配体中的每个组件，清楚地反映装配体的结构。UG 具有强大的爆炸图功能，用户可以方便地建立、编辑和删除一个或多个爆炸图。

6.6.1　爆炸图工具条介绍

打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.06.01\explosion.prt。

选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 显示工具条(T) 命令，系统显示“爆炸图”工具条，如图 6.6.1 所示。工具条中没有显示的按钮，可以通过下面方法调出：单击右上角的 ▾ 按钮，在其下方弹出 添加或移除按钮 ▾ 按钮，将鼠标放到该按钮上会显示 爆炸视图 ▸ 添加项，其中包含了所有供用户选择的按钮。

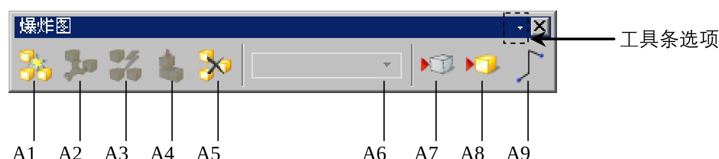


图 6.6.1　“爆炸图”工具条

利用该工具条，用户可以方便地创建、编辑爆炸图，便于在爆炸图与无爆炸图之间切换。

图 6.6.1 所示的“爆炸图”工具条中的按钮功能说明如下。

A1：该按钮用于创建爆炸图。如果当前显示的不是一个爆炸图，单击此按钮，系统弹出“创建爆炸图”对话框，输入爆炸图名称后单击 确定 按钮，系统创建一个爆炸图；如果当前显示的是一个爆炸图，单击此按钮，弹出的“创建爆炸图”对话框会询问是否将当前爆炸图复制到新的爆炸图里。

A2：该按钮用于编辑爆炸图中组件的位置。单击此按钮，系统弹出“编辑爆炸图”对话框，用户可以指定组件，然后自由移动该组件，或者设定移动的方式和距离。

A3：该按钮用于自动爆炸组件。利用此按钮可以指定一个或多个组件，使其按照设定的距离自动爆炸。单击此按钮，系统弹出“类选择”对话框，选择组件后单击 确定 按钮，提示用户指定组件间距，自动爆炸将按照默认的方向和设定的距离生成爆炸图。

A4：该按钮用于不爆炸组件。此命令和自动爆炸组件刚好相反，操作也基本相同，只是不需要指定数值。

A5：该按钮用于删除爆炸图。单击该按钮，系统会列出当前装配体的所有爆炸图，选择需要删除的爆炸图后单击 确定 按钮，即可删除。

A6：该下拉列表显示了爆炸图名称，可以在其中选择某个名称。用户利用此下拉列表，可以方便地在各爆炸图以及无爆炸图状态之间切换。

A7：该按钮用于隐藏组件。单击此按钮，系统弹出“类选择”对话框，选择需要隐藏的组件并执行后，该组件被隐藏。

A8：该按钮用于显示组件，此命令与隐藏组件刚好相反。如果图中有被隐藏的组件，单击此按钮后，系统会列出所有隐藏的组件，用户选择后，单击 确定 按钮即可恢复组件显示。

A9：该按钮用于创建跟踪线，该命令可以使组件沿着设定的引导线爆炸。

以上按钮与下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) 中的命令分别对应。

6.6.2 新建爆炸图

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.06.02\explosion.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 新建爆炸(N)... 命令，系统弹出图 6.6.2 所示的“创建爆炸图”对话框（一）。

步骤 03 创建爆炸图。在 名称 文本框处可以输入爆炸图名称，接受系统默认的名称 Explosion1，然后单击 确定 按钮，完成爆炸图的创建。

创建爆炸图后，视图切换到刚刚建立的爆炸图，“爆炸图”工具条中的以下项目被激活：“编辑爆炸视图”按钮、“自动爆炸组件”按钮、“取消爆炸组件”按钮和“工作视图爆炸”下拉列表 Explosion 1。

6.6.3 删除爆炸图

步骤 01 在“工作视图爆炸”下拉列表 Explosion 1 中选择 （无爆炸） 选项。

步骤 02 选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 删除爆炸图(D)... 命令，系统会列出所有爆炸视图，选择要删除的视图，单击 确定 按钮。

关于创建爆炸图的说明：

◆ 如果用户在一个已存在的爆炸视图下创建新的爆炸视图，系统会弹出图 6.6.3 所示的提示消息，提示用户是否将已存在的爆炸图复制到新建的爆炸图，单击 确定(O) 按钮后，新建立的爆炸图和原爆炸图完全一样；如果希望建立新的爆炸图，可以切换到无爆炸视图，然后进行创建即可。

◆ 可以按照上面方法建立多个爆炸图。



图 6.6.2 “创建爆炸图”对话框（一）

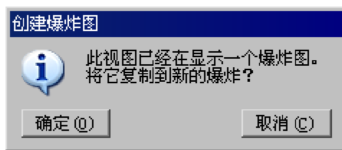


图 6.6.3 “创建爆炸图”对话框（二）

◆ 要删除爆炸图，可以选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 删除爆炸图(D)... 命令，系统会弹出图 6.6.4 所示的“爆炸图”对话框。选择要删除的爆炸图，单击 确定 按钮即可。如果所要删除的爆炸图正在当前视图中显示，系统会弹出图 6.6.5 所示的“删除爆炸图”对话框，提示爆炸图不能删除。



图 6.6.4 “爆炸图”对话框

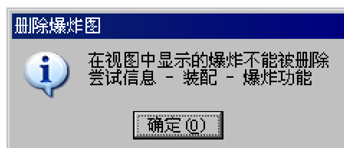


图 6.6.5 “删除爆炸图”对话框

6.6.4 编辑爆炸图

爆炸图创建完成，创建的结果是产生了一个待编辑的爆炸图，在图形区中的图形并没有发生变化，爆炸图编辑工具被激活，可以用于编辑爆炸图。

1. 自动爆炸

自动爆炸只需要用户输入很少的内容，就能快速生成爆炸图，如图 6.6.6 所示。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.06.04\explosion_01.prt，按照上一节步骤创建爆炸视图。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 自动爆炸组件(A)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

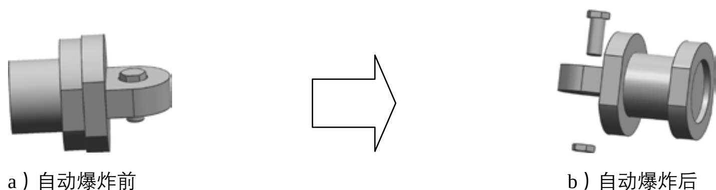


图 6.6.6　自动爆炸

步骤 03 选择爆炸组件。选择图中所有组件，单击 确定 按钮，系统弹出“爆炸距离”对话框。

步骤 04 在 距离 文本框中输入值 40，单击 确定 按钮，系统会立即生成该组件的爆炸图，如图 6.6.6b 所示。

关于自动爆炸组件的说明：

- 自动爆炸组件可以同时选择多个对象，如果将整个装配体选中，可以直接获得整个装配体的爆炸图。
- “取消爆炸组件”的功能刚好与“自动爆炸组件”相反，因此可以将两个功能放在一起记。选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 取消爆炸组件(U) 命令，系统弹出“类选择”对话框。选择要爆炸的组件后单击 确定 按钮，选中的组件自动回到爆炸前的位置。

2. 手动编辑爆炸图

自动爆炸并不能总是得到满意的效果，因此系统提供了编辑爆炸图功能。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.06.04\explosion_01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 编辑爆炸图(E)... 命令，系统弹出图 6.6.7 所示的“编辑爆炸图”对话框。

步骤 03 选择要移动的组件。选中 ⊙ 选择对象 单选项，选择图 6.6.8 所示的轴套模型。

步骤 04 移动组件。选中 ○ 移动对象 单选项，显示移动手柄，如图 6.6.8 所示；单击手柄上的箭头（图 6.6.8），对话框中的 距离 文本框被激活，供用户选择沿该方向的移动距离；单击手柄上沿轴套轴线方向的箭头，在文本框中输入距离值 60；单击 确定 按钮，结果如图 6.6.9 所示。



单击图 6.6.8 所示两箭头间的圆点时，对话框中的 角度 文本框被激活，供用户输入角度值，旋转的方向沿第三个手柄，符合右手定则，也可以直接用左键按住箭头或圆点，移动鼠标实现手工拖动。

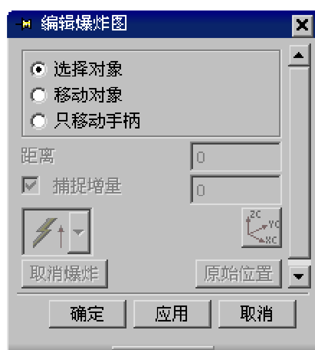


图 6.6.7 “编辑爆炸图”对话框

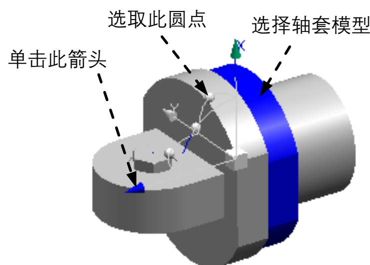


图 6.6.8 定义移动组件和方向

步骤 05 编辑螺栓位置。参照步骤 04，输入距离值 60，结果如图 6.6.10 所示。

步骤 06 编辑螺母位置。参照步骤 04，输入距离值 40，结果如图 6.6.11 所示。

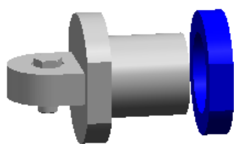


图 6.6.9 编辑轴套

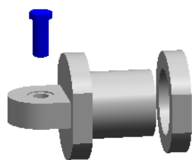


图 6.6.10 编辑螺栓

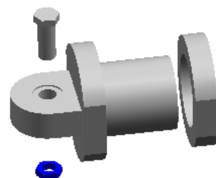


图 6.6.11 编辑螺母

关于编辑爆炸图的说明：

- 选择选项 移动对象 后，按钮被激活。单击按钮，手柄被移动到 WCS 位置。
- 单击手柄箭头或圆点后，捕捉增量 复选框被激活，该选项用于设置手工拖动的最小距离，可以在文本框中输入数值。例如，设置为 10mm，则拖动时会跳跃式移动，每次跳跃的距离为 10mm，单击 取消爆炸 按钮，选中的组件移动到没有爆炸的位置。
- 单击手柄箭头后，选项被激活，可以直接将选中手柄方向指定为某矢量方向。

3. 隐藏和显示爆炸图

如果当前视图为爆炸图，选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 隐藏爆炸图(H) 命令，则视图切换到无爆炸图。

要显示隐藏的爆炸图，可以选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 显示爆炸图(S) 命令，则视图切换到爆炸图。

4. 隐藏和显示组件

要隐藏组件，可以选择下拉菜单 装配(A) → 关联控制(O) → 隐藏视图中的组件(O)... 命令（或单击工具条中的按钮），系统弹出“隐藏视图中的组件”对话框，选择要隐藏的组件后单击 确定 按钮，选中组件被隐藏。

要显示被隐藏的组件，可以选择下拉菜单 装配(A) → 关联控制(O) → 显示视图中的组件(M)... 命令（或单击工具条中的按钮），系统会列出所有隐藏的组件供用户选择。

5. 删除爆炸图

选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 删除爆炸图(D)... 命令（或单击工具条按钮），系统会列出所有爆炸图，选择要删除的视图，单击 确定 按钮。

如果当前视图是所选的爆炸图，则操作不能完成；如果当前视图不是所选视图，则所选中的爆炸图可以被删除。

6.7 简化装配

6.7.1 概述

对于比较复杂的装配体，可以使用“简化装配”功能将其简化。被简化后，实体的内部细节被删除，但保留复杂的外部特征。当装配体只需要精确的外部表示时，可以将装配体进行简化，简化后可以减少所需的数据，从而缩短加载和刷新装配体的时间。

内部细节是指对该装配体的内部组件有意义，而对装配体与其他实体关联时没有意义的对象；外部细节则相反。简化装配主要就是首先区分内部细节和外部细节，然后省略掉内部细节的过程，在这个过程中，装配体被合并成为一个实体。

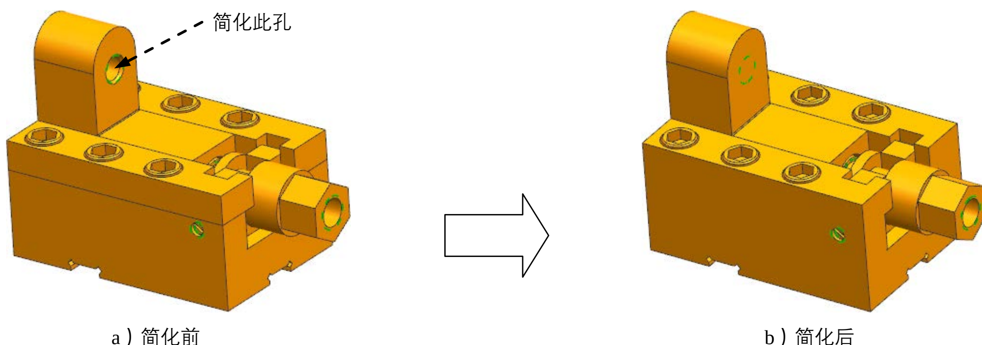
6.7.2 简化装配基本操作

本节以图 6.7.1 所示的装配体为例，说明简化装配的操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.07.02\predigest_asm.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 高级(E) ▸ → 简化装配(M)... 命令，系统弹出“简化装配”对话框；单击 下一步 > 按钮，系统弹出图 6.7.2 所示的“简化装配”对话框（一），对话框的左侧显示操作步骤，右侧有三个单选项和两个复选框，供用户设置简化项。

步骤 03 选取装配体中的所有组件，单击 下一步 > 按钮，系统弹出图 6.7.3 所示的“简化装配”对话框（二）。



a）简化前　　b）简化后

图 6.7.1　简化装配



图 6.7.2　“简化装配”对话框（一）

步骤 04 合并组件。单击“简化装配”对话框（二）中的“合并全部”按钮；选择图 6.7.4 所示的组件（图中高亮显示部分，共 9 个）；单击 下一步 > 按钮，将选取的组件合并在一起，可以看到选取组件之间的交线消失，如图 6.7.5 所示。

图 6.7.3 所示的“简化装配”对话框中的相关选项说明如下。

- 覆盖体区域包含五个按钮，用于填充要简化的特征。有些孔在“修复边界”步骤（向导的后面步骤）中可以被自动填充，但并不是所有几何体都能被自动填充，因此有时需要用这些按钮进行手工填充。这里由于形状简单，可以自动填充。
- “合并全部”按钮可以用来合并（或除去）模型上的实体，执行此命令时，系统会重复显示该步骤，供用户继续填充或合并。



图 6.7.3 “简化装配”对话框（二）

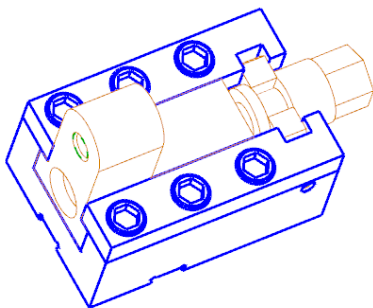


图 6.7.4 选取组件

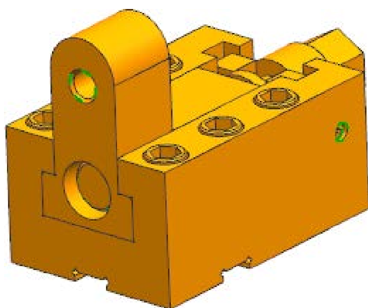


图 6.7.5 选取的组件合并后

步骤 05 单击 下一步 > 按钮，选取图 6.7.6 所示外部面（用户也可以选择除要填充的内部细节之外的任何一个面）。



在执行“修复边界”步骤时，应该先将所有部件合并成一个实体，如果仍有部件未被合并，则该步骤会将其隐藏。

步骤 06 单击 下一步 > 按钮，选取图 6.7.7 所示的边缘（通过选择一边缘将内部细节与外部细节隔离开）。

步骤 07 选择裂纹检查选项。单击 下一步 > 按钮，选中 ⊙ 裂隙检查 单选项。

步骤 08 选择内部面。单击 下一步 > 按钮，选择要删除的内部细节，选取图 6.7.8 所示的螺纹孔的内表面和两个倒角面。

步骤 09 查看裂纹检查结果。单击 下一步 > 按钮；可以通过选中 高亮显示 区域中的

内部面单选项，查看在主对话框中的隔离情况。

步骤 10 单击下一步 >按钮，查看外部面。再单击下一步 >按钮，孔特征被移除。

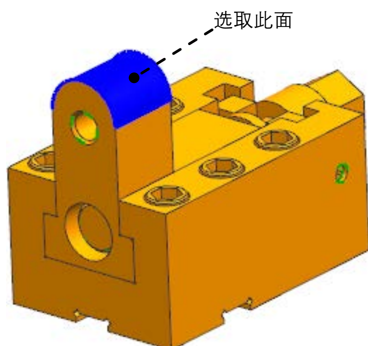


图 6.7.6　选取外部面

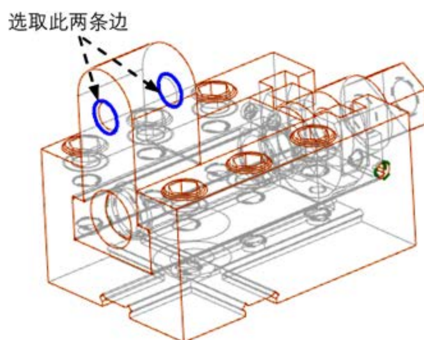


图 6.7.7　选择隔离边缘

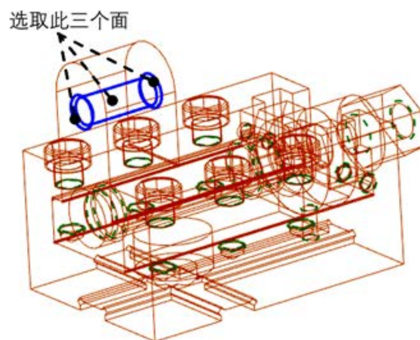


图 6.7.8　选择内部面

步骤 13 单击精加工按钮，完成操作。



内部细节与外部细节是用户根据需要确定的，不是由对象在集合体中的位置确定的。读者在本例中可以尝试将孔设为外部面，将轴的外表面设为内部面，结果会将轴和轴套移除，留下孔特征形成的圆柱体。

6.8　装配干涉检查

在实际的产品设计中，当产品中的各个零部件组装完成后，设计人员往往比较关心产品中各个零部件间的干涉情况：有无干涉？哪些零件间有干涉？干涉量是多大？下面通过一个简单的装配体模型为例，说明干涉分析的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch06.08\interference.prt。

步骤 02 在装配模块中选择下拉菜单 分析(L) → 简单干涉(I)... 命令，系统弹出图 6.8.1 所示的“简单干涉”对话框。

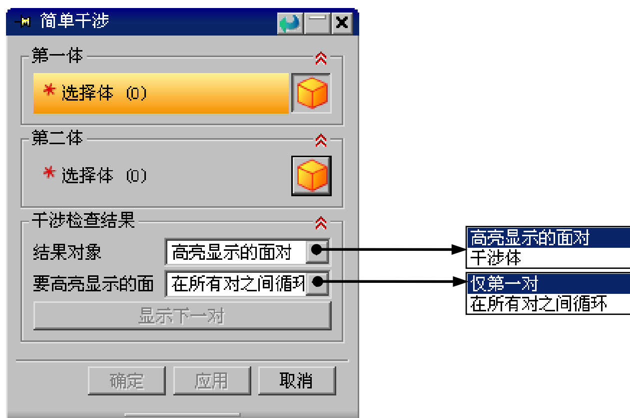


图 6.8.1 “简单干涉”对话框

步骤 03 “创建干涉体”简单干涉检查。

（1）在“简单干涉”对话框 干涉检查结果 区域的 结果对象 下拉列表中选择 干涉体 选项。

（2）依次选取图 6.8.2 所示的对象 1、对象 2，单击“简单干涉”对话框中的 应用 按钮，系统弹出图 6.8.3 所示的“信息”对话框。

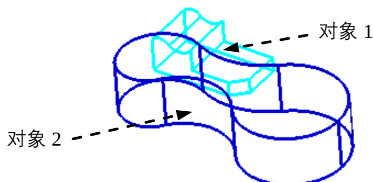


图 6.8.2 创建干涉实体

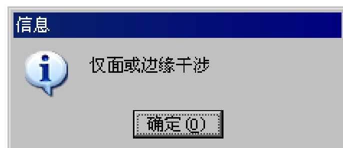


图 6.8.3 “信息”对话框

（3）单击“信息”对话框中的 确定(O) 按钮，完成“创建干涉体”简单干涉检查。

步骤 04 “高亮显示面”简单干涉检查。

（1）在“简单干涉”对话框 干涉检查结果 区域的 结果对象 下拉列表中选择 高亮显示的面对 选项，如图 6.8.1 所示。

（2）在“简单干涉”对话框 干涉检查结果 区域的 要高亮显示的面 下拉列表中选择 仅第一对 选项，依次选取图 6.8.4a 所示的对象 1、对象 2。模型中将显示图 6.8.4b 所示的干涉平面。

（3）在“简单干涉”对话框 干涉检查结果 区域的 要高亮显示的面 下拉列表中选择 在所有对之间循环 选项，系统将弹出 显示下一对 按钮，单击“显示下一对”按钮，模型中将依

次显示所有干涉平面。

（4）单击“简单干涉”对话框中的 取消 按钮，完成“高亮显示面”简单干涉检查操作。

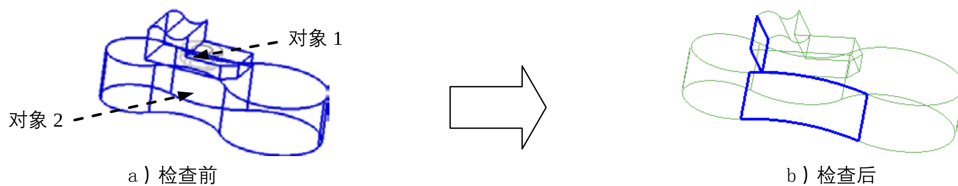


图 6.8.4 “高亮显示面”干涉检查

6.9 装配设计综合应用

案例概述：

本案例详细讲解了轴承的创建和装配过程：首先创建轴承的内环、卡环及滚子，它们分别生成一个模型文件，然后装配模型，并在装配体中创建零件模型。其中，在创建外环时运用到“在装配体中创建零件模型”的方法。装配组件模型如图 6.9.1 所示。

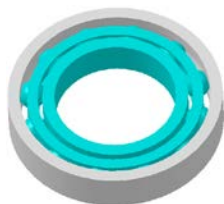


图 6.9.1 轴承设计



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch06.09\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch06.09\ bearing_asm.prt。

第 7 章　工程图设计

7.1　UG NX 工程图概述

7.1.1　UG NX 工程图特点

使用 UG NX 6.0 的制图环境可以创建三维模型的工程图，且图样与模型相关联。因此，图样能够反映模型在设计阶段中的更改，可以使图样与装配模型或单个零部件保持同步。其主要特点说明如下。

- ◆ 用户界面直观、易用、简洁，可以快速方便地创建图样。
- ◆ “在图纸上”工作的画图板模式。此方法类似于制图人员在画图板上绘图。应用此方法可以极大地提高工作效率。
- ◆ 支持新的装配体系结构和并行工程。制图人员可以在设计人员对模型进行处理的同时制作图样。
- ◆ 可以快速地将视图放置到图纸上，系统会自动正交对齐视图。
- ◆ 具有创建与自动隐藏线和剖面线完全关联的横剖面视图的功能。
- ◆ 具有从图形窗口编辑大多数制图对象（如尺寸、符号等）的功能。用户可以创建制图对象，并立即对其进行修改。
- ◆ 实现图样视图的自动隐藏线渲染。
- ◆ 在制图过程中，系统的反馈信息可减少许多返工和编辑工作。
- ◆ 使用对图进行更新的用户控件，能够有效地提高工作效率。

7.1.2　工程图的组成



UG NX 6.0 的表面粗糙度标注基于国际 GB/T 131—1993。

在学习本节前，请依次打开 D:\ugsc60\work\ch07.01.02 中的 A4.prt 和 down_base _ok.prt 文件（图 7.1.1），UG NX 6.0 的工程图主要由以下三个部分组成。

- ◆ 视图：包括六个基本视图（主视图、俯视图、左视图、右视图、仰视图和后视图）、放大图、各种剖视图、断面图、辅助视图等。在制作工程图时，根据实际零件的特点，选择不同的视图组合，以便简单清楚地表达各个设计参数。
- ◆ 尺寸、公差、注释说明及表面粗糙度：包括形状尺寸、位置尺寸、形状公差、位置公差、注释说明、技术要求以及零件的表面粗糙度要求。
- ◆ 图框和标题栏等。

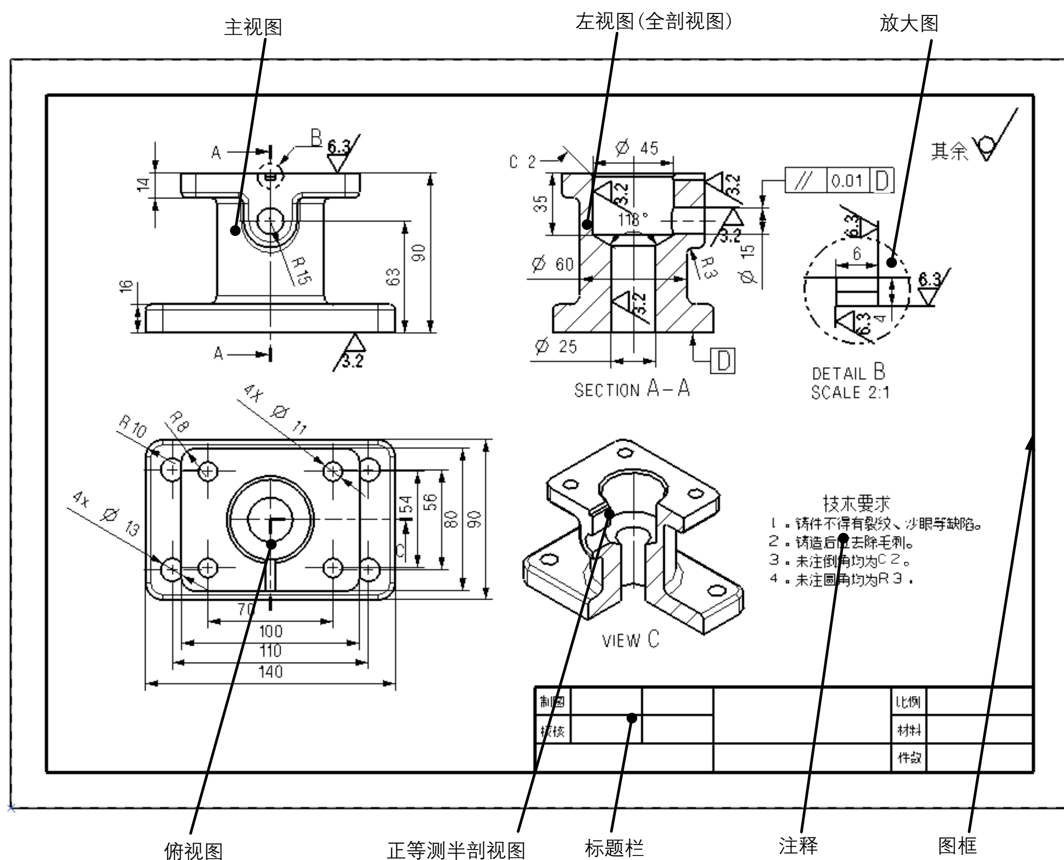


图 7.1.1　工程图的组成

7.1.3　工程图环境与工具条介绍

新建一个文件后，有三种方法进入工程图环境，分别介绍如下。

方法一：选择图 7.1.2 所示的下拉菜单 开始 → 制图(D)... 命令。

方法二：在“应用”工具条中单击“制图”按钮（图 7.1.2）。

方法三：利用组合键＜Ctrl+Shift+ D＞。

进入工程图环境以后，系统会自动增加许多与工程图操作有关的工具条。下面对工程图环境中较为常用的工具条分别进行介绍。



◆ 选择下拉菜单 工具(T) ➡ 定制(Z)... 命令，在弹出的“定制”对话框的 工具条 选项卡中进行设置，可以显示或隐藏相关的工具条。

◆ 工具条中没有显示的按钮，可以通过下面的方法将它们显示出来：单击右上角的 按钮，在其下方弹出 添加或移除按钮 按钮，将鼠标放到该按钮上，在弹出的“添加选项”中包含了所有供用户选择的按钮。

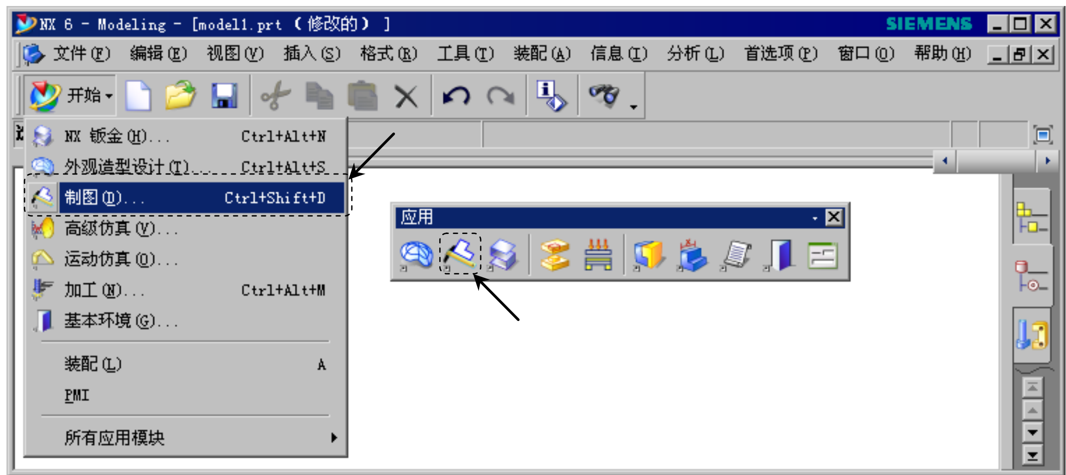


图 7.1.2 进入工程图环境的几种方法

（1）“图纸”工具条，如图 7.1.3 所示。

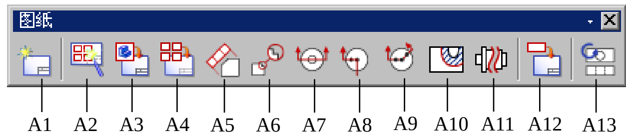


图 7.1.3 “图纸”工具条

图 7.1.3 所示的“图纸”工具条中各按钮的说明如下。

A1：新建图纸页。

A2：视图创建向导。

A3：创建基本视图。

A4：创建标准视图。

A5：创建投影视图。

A6：创建局部放大图。

A7：创建剖视图。

A8：创建半剖视图。

A9：创建旋转剖视图。

A10：创建局部剖视图。

A11：创建断开视图。

A12：创建图纸视图。

A13：更新视图。

（2）“尺寸”工具条，如图 7.1.4 所示。

图 7.1.4 所示的“尺寸”工具条中各按钮的说明如下。

B1：创建自动判断尺寸。

B2：创建圆柱尺寸。

B3：创建直径尺寸。

B4：创建特征参数。

B5：创建链式尺寸与基线尺寸。

B6：创建坐标尺寸。

（3）“注释”工具条，如图 7.1.5 所示。

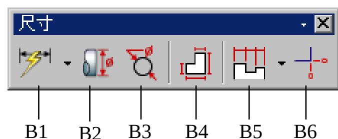


图 7.1.4 “尺寸”工具条

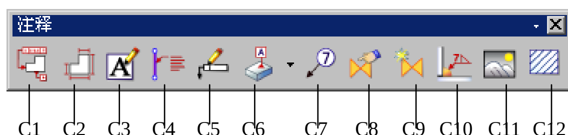


图 7.1.5 “注释”工具条

图 7.1.5 所示的“注释”工具条中各按钮的说明如下。

C1：形位公差参数。

C2：特征参数。

C3：文本。

C4：表格标签。

C5：特征控制框。

C6：基准特征符号。

C7：标识符号。

C8：用户定义符号。

C9：定制符号。

C10：焊接符号。

C11：图像。

C12：剖面线。

（4）“表格”工具条，如图 7.1.6 所示。

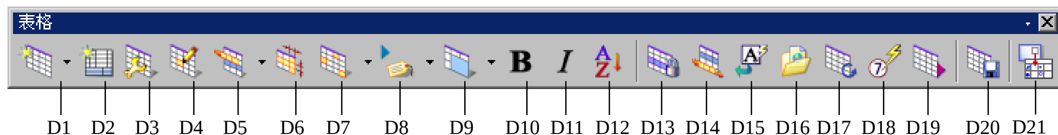


图 7.1.6 “表格”工具条

图 7.1.6 所示的“表格”工具条中各按钮的说明如下。

D1：表格注释。

D2：零件明细表。

D3：编辑表格。

D4：编辑文本。

D5：上方插入行。
D6：调整大小。
D7：选择单元格。
D8：导入属性。
D9：合并或取消合并单元格。
D10：将字体设置为粗体。
D11：将字体设置为斜体。
D12：分类排序。
D13：锁定/解锁行。
D14：附加/拆离行。
D15：恢复自动文本。
D16：转至单元格 URL。
D17：更新零件明细表。
D18：自动零件标号。
D19：导出。
D20：另存为模板。
D21：逻辑管线布置图例。

（5）“制图编辑”工具条，如图 7.1.7 所示。

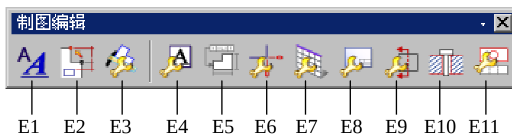


图 7.1.7 “制图编辑”工具条

图 7.1.6 所示的“制图编辑”工具条中各按钮的说明如下。

E1：编辑样式。
E2：编辑关联性。
E3：编辑注释。
E4：编辑文本。
E5：抑制制图对象。
E6：编辑坐标。
E7：零件明细表级别。
E8：编辑钣金。
E9：编辑剖切线。
E10：视图中剖切的组件。
E11：视图相关编辑。

7.2 工程图图样管理

UG NX 6.0 工程图环境中的图样管理包括工程图样的创建、打开、删除和编辑。下面主要对新建和编辑工程图进行简要介绍。

7.2.1 新建工程图

步骤 01 打开零件模型。打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.02.01\down_base.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 开始 → 制图(D)... 命令，系统弹出“工作表”对话框，在对话框中选择图 7.2.1 所示的选项。

图 7.2.1 所示的“工作表”对话框中的选项和按钮说明如下。

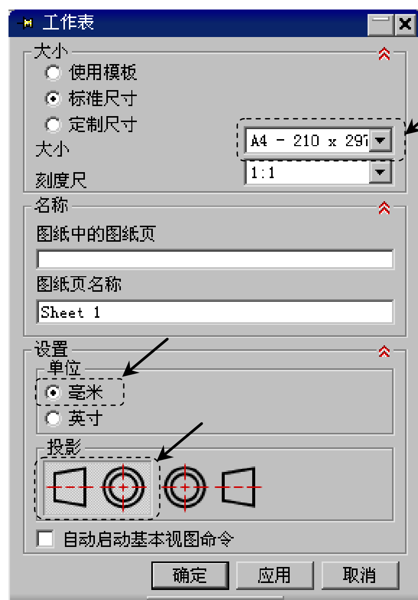


图 7.2.1 “工作表”对话框（一）

- 图纸页名称文本框：指定新图样的名称，可以在该文本框中输入图样名；图样名最多可以包含30个字符；默认的图纸名是Sheet 1。
- A4 - 210 x 297下拉列表：用于选择图样大小，系统提供了 A4、A3、A2、A1 和 A0 五种型号的图纸。
- 刻度尺：为添加到图样中的所有视图设定比例。
- 单位：指定英寸或毫米单位。
- 投影：指定第一象限角投影或第三象限角投影；按照国标，应选择毫米和第一象限角投影。

步骤 03 单击确定按钮，完成图样的创建。



在步骤 03中，单击确定按钮之前每单击一次应用按钮都会多新建一张图样。

7.2.2 编辑图纸页

新建一张图样；在部件导航器中选择图样并右击，在弹出的图 7.2.2 所示的快捷菜单中选择编辑图纸页(H)...命令，系统弹出图 7.2.3 所示的“工作表”对话框，利用该对话框可以编辑已存图样的参数。

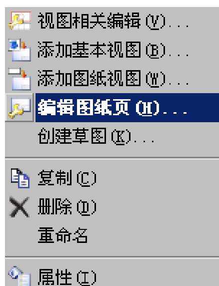


图 7.2.2 快捷菜单

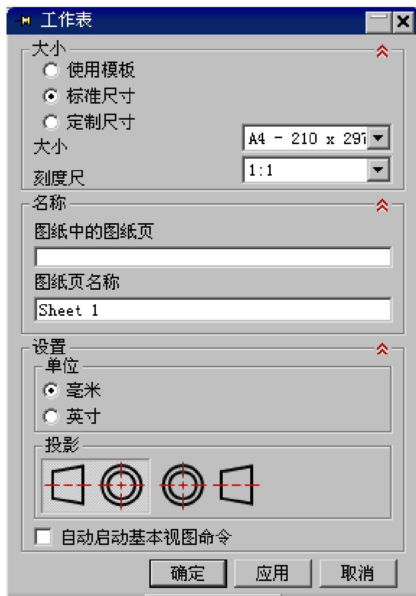


图 7.2.3 “工作表”对话框（二）

7.3 工程图视图的创建

视图是按照三维模型的投影关系生成的，主要用来表达部件模型的外部结构及形状。在 NX 6.0 中，视图分为基本视图、局部放大视图、全剖视图、半剖视图、阶梯剖视图、局部剖视图和其他剖视图。下面分别以具体的实例来说明各种视图的创建方法。

7.3.1 基本视图

下面创建图 7.3.1 所示的基本视图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.01\link_base.prt。

步骤 02 插入图纸页。选择下拉菜单 开始 → 制图(D)... 命令，系统弹出“工作表”对话框，在对话框中选择图 7.3.2 所示的选项，然后单击 确定 按钮。此时系统弹出图 7.3.3 所示的“基本视图”对话框。

步骤 03 定义基本视图参数。在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 Model View to Use 下拉列表中选择 FRONT 选项，在 刻度尺 区域的 刻度尺 下拉列表中选择 1:1 选项。

步骤 04 放置视图。在图形区中的合适位置（图 7.3.4）依次单击以放置主视图、俯视图和左视图，单击中键完成视图的放置。

步骤 05 创建正等测视图。

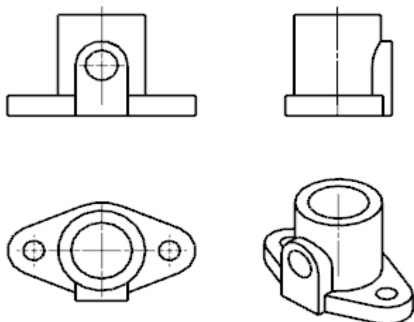


图 7.3.1 零件的基本视图



图 7.3.2 “工作表”对话框（三）

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 视图(W) ➡ 基本视图(B)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“基本视图”对话框。

（2）选择视图类型。在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 Model View to Use 下拉列表中选择 TFR-ISO 选项。

（3）定义视图比例。在 刻度尺 区域的 刻度尺 下拉列表中选择 1:1 选项。

（4）放置视图。选择合适的放置位置并单击，单击中键完成视图的放置，结果如图 7.3.4 所示。



图 7.3.3 “基本视图”对话框

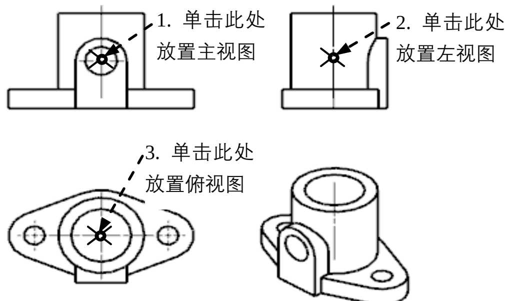


图 7.3.4 视图的放置

图 7.3.3 所示的“基本视图”对话框中的各选项说明如下。

- 部件区域：该区域用于加载部件、显示已加载部件和最近访问的部件。
- 视图原点区域：该区域主要用于定义视图在图形区的摆放位置，如水平、垂直、鼠标在图形区的点击位置或系统的自动判断等。
- 模型视图区域：该区域用于定义视图的方向，如仰视图、前视图和右视图等；单击该区域的“定向视图工具”按钮，系统弹出“定向视图工具”对话框，通过该对话框，可以创建自定义的视图方向。
- 缩放区域：用于在添加视图之前，为基本视图指定一个特定的比例。默认的视图比例值等于图样比例。
- 设置区域：该区域主要用于完成视图样式的设置，单击该区域的按钮，系统弹出“视图样式”对话框。

7.3.2 全剖视图

下面创建图 7.3.5 所示的全剖视图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.02\section_cut.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 剖视图(S)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“剖视图”对话框。

步骤 03 在系统选择父视图的提示下，选择主视图作为创建全剖视图的父视图，如图 7.3.6 所示。

步骤 04 选择剖切位置。在系统选择对象以自动判断点的提示下，确认“捕捉方式”工具条中的按钮被按下，选取图 7.3.6 所示的圆，系统自动捕捉圆心位置。

步骤 05 放置剖视图。在系统指示图纸页上剖视图的中心的提示下，在图 7.3.6 所示的位置单击放置全剖视图，然后单击中键，完成全剖视图的创建。

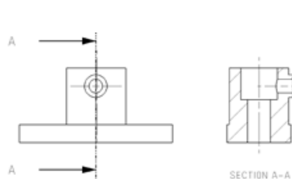


图 7.3.5　全剖视图

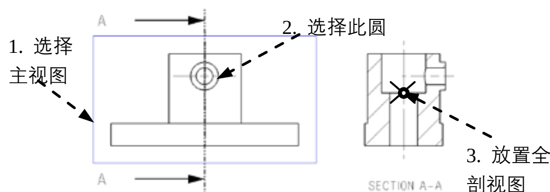


图 7.3.6　放置剖面视图

7.3.3 半剖视图

下面创建图 7.3.7 所示的半剖视图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.03\half_cut_view.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 半剖视图(H)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“半剖视图”对话框。

步骤 03 选择俯视图为创建半剖视图的父视图（图 7.3.7）。

步骤 04 选择剖切位置。确认“捕捉方式”工具条中的按钮被按下，选取图 7.3.7 所示的圆弧和边线的中点，系统自动捕捉圆心位置。

步骤 05 放置半剖视图。移动鼠标到合适的位置单击，完成视图的放置。

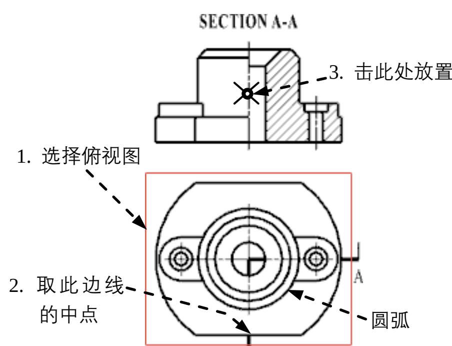


图 7.3.7 半剖视图

7.3.4 旋转剖视图

下面创建图 7.3.8 所示的旋转剖视图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.04\revolved-section_cut.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 旋转剖视图(R)... 命令(或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“旋转剖视图”对话框。

步骤 03 在系统 选择父视图 的提示下，选择俯视图作为创建旋转剖视图的父视图，如图 7.3.8 所示。

步骤 04 选择剖切位置。在系统 定义旋转点 – 选择对象以自动判断点 的提示下，单击选中“捕捉方式”工具条中的按钮，选取图 7.3.8 所示的 2 指示的圆弧，然后在系统 定义段的新位置 – 选择对象以自动判断点 的提示下，选取图 7.3.8 所示的 3 所指示的圆弧，再取消选中“捕捉方式”工具条中的按钮，并选中按钮，选取图 7.3.8 所示的 4 指示的圆弧的象限点。

步骤 05 放置剖视图。在系统 指示图纸页上剖视图的中心 的提示下，单击图 7.3.8 所示的位置 5，完成视图的放置。

步骤 06 添加中心线。此例中孔的中心线不显示，要手动创建（具体操作步骤请参见语

音视频）。

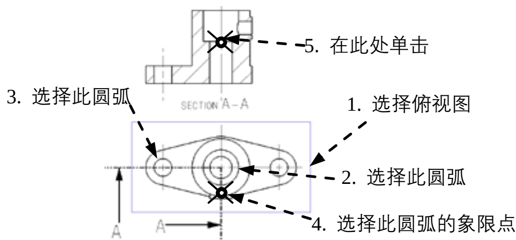


图 7.3.8　旋转剖视图

7.3.5　阶梯剖视图

下面创建阶梯剖视图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.05\stepped_cut_view.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 轴测剖视图(P)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“轴测图中的全剖/阶梯剖”对话框（图 7.3.9）。

步骤 03 选择图形区中的视图为阶梯剖的父视图。

步骤 04 定义剖切线。

（1）定义箭头方向矢量。选取图 7.3.9 所示的下拉列表中的 YC，单击对话框中的 应用 按钮。

（2）定义剖切方向矢量。选取图 7.3.9 所示的下拉列表中的 ZC，单击对话框中的 应用 按钮，系统弹出“剖切线创建”对话框。

（3）定义剖切位置。选中“剖切线创建”对话框中的 ⊙ 剖切位置 单选项；依次选取图 7.3.10 所示的边线 1 的中点、圆心和边线 2 的中点；单击“剖切线创建”对话框中的 确定 按钮。



图 7.3.9　“轴测图中的全剖/阶梯剖”对话框

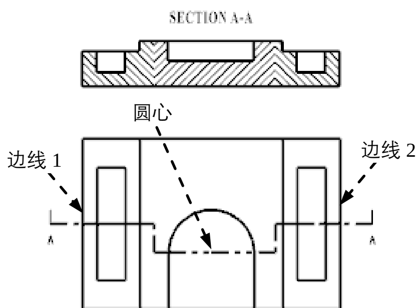


图 7.3.10　阶梯剖视图

步骤 05 放置阶梯剖视图。选择合适的位置单击以放置阶梯剖视图。

步骤 06 单击“轴测图中的全剖/阶梯剖”对话框中的 取消 按钮或按 Esc 键退出，完成阶梯剖视图的创建。

7.3.6 局部剖视图

下面创建图 7.3.11 所示的局部剖视图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.06\breakout-section.prt。

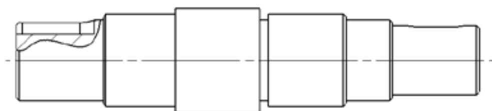


图 7.3.11 局部剖视图

步骤 02 调整视图显示状态。

（1）在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择 定向视图(R) → 前视图(F) 命令。

（2）在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择 渲染样式(D) → 带有淡化边的线框(D) 命令，将视图调整到线框状态。

步骤 03 绘制剖切区域。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框，选中 ☑ 封闭的 复选框，取消选中 ☑ 关联 复选框，绘制图 7.3.12 所示的样条曲线，单击对话框中的 确定 按钮。

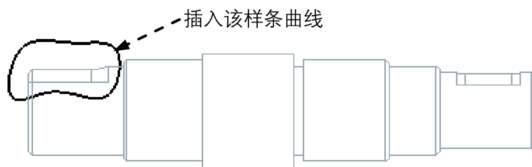


图 7.3.12 插入艺术样条曲线

步骤 04 进入工程图环境。选择下拉菜单 开始 → 制图(D)... 命令，此时系统弹出 “工作表”对话框，“工作表”对话框中的参数设置如图 7.3.13 所示。单击 确定 按钮，此时系统弹出“基本视图”对话框。

步骤 05 定义基本视图参数。在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 Model View to Use 下拉列表中选择 FRONT 选项，在 刻度尺 区域的 刻度尺 下拉列表中选择 1:1 选项。

步骤 06 放置视图。在图形区中的合适位置（图 7.3.14）依次单击以放置主视图和俯视图，单击中键完成视图的放置。



图 7.3.13 “工作表”对话框

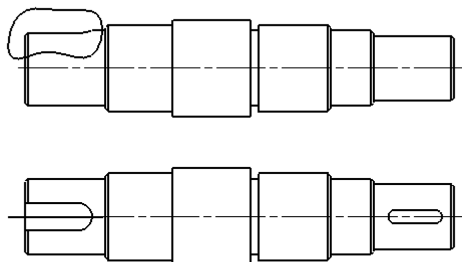


图 7.3.14 创建基本视图

步骤 07 设置视图显示。选择下拉菜单 首选项(P) ➡ 视图(V)... 命令，系统弹出“视图首选项”对话框，在 隐藏线 选项卡中设置隐藏线为不可见，单击 确定 按钮。

步骤 08 编辑视图的关联性。

(1) 展开成员视图。选择主视图并右击，在弹出的快捷菜单中选择 扩展成员视图 命令。

(2) 添加关联曲线。选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 视图(W) ➡ 视图相关编辑(E)... 命令，系统弹出“视图关联编辑”对话框，单击“模型转换到视图”按钮，选择图 7.3.15 所示的样条曲线，然后单击两次 确定 按钮。

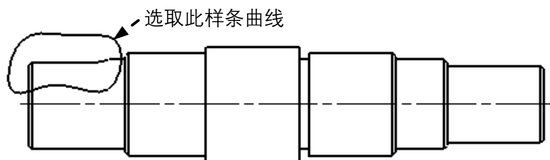


图 7.3.15 选取曲线

(3) 退出扩展模式。在图形区右击，从系统弹出的快捷菜单中选择 ✔ 扩展(X) 命令。

步骤 09 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 视图(W) ➡ 局部剖视图(O)... 命令(或单击“图纸”工具条中的 按钮)，系统弹出“局部剖”对话框。

步骤 10 创建局部剖视图。

(1) 选择生成局部剖的视图。在系统 **选择一个生成局部剖的视图** 的提示下，在图形区选取主视图，此时对话框变成如图 7.3.16 所示。

(2) 定义基点。在系统 **定义基点 - 选择对象以自动判断点** 的提示下，单击“捕捉方式”工具条中的 按钮，选取图 7.3.17 所示的基点。

（3）定义拉出的矢量方向。接受系统的默认方向。

（4）选择剖切线。单击“局部剖”对话框中的“选择曲线”按钮，在系统选择起点附近的截断线的提示下，选择样条曲线作为剖切线，单击应用按钮，再单击取消按钮，完成局部剖视图的创建。



图 7.3.16 “局部剖”对话框

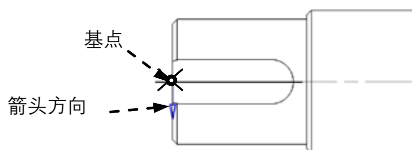


图 7.3.17 选取基点

7.3.7 局部放大视图

下面创建图 7.3.18 所示的局部放大图，操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.03.07\magnify_view.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 局部放大图(D)... 命令，系统弹出“局部放大图”对话框。

步骤 03 选择边界类型。在“局部放大图”对话框的类型下拉列表中选择圆形选项。

步骤 04 绘制放大图区域的轮廓线。绘制图 7.3.19 所示的放大视图的区域，绘制完成后，在图形区选择合适的位置单击放置放大图，在对话框中单击关闭按钮。

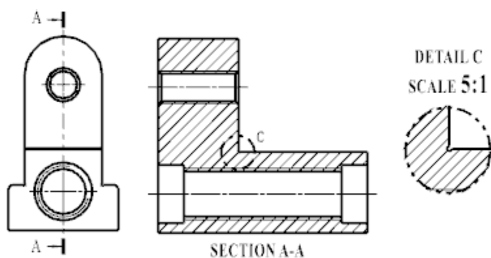


图 7.3.18 局部放大图

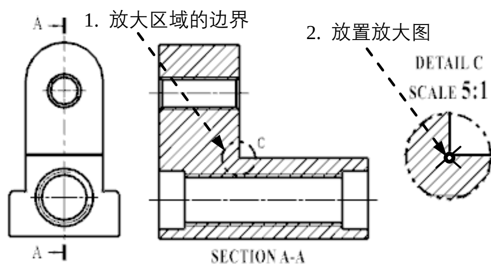


图 7.3.19 局部放大图的放置

步骤 05 设置视图样式。双击放大图的边框，系统弹出“视图样式”对话框。在常规选项卡的刻度尺文本框中输入比例值 5，单击光顺边选项卡，取消选中光顺边复选框，单击确定按钮。

步骤 06 设置视图符号。双击放大图的标签（A），系统弹出“视图标签样式”对话框，

该对话框中的参数设置如图 7.3.20 所示，结果如图 7.3.21 所示。

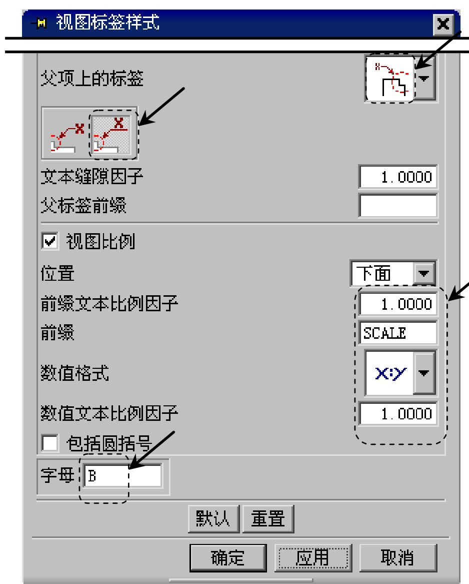


图 7.3.20 “视图标签样式”对话框

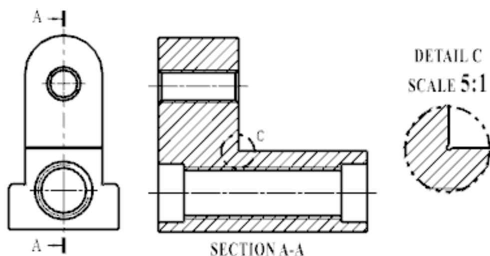


图 7.3.21 局部放大图

7.4 工程图视图基本操作与编辑

7.4.1 视图的显示与更新

1. 视图的显示

选择下拉菜单 视图(V) → 显示图纸页(D) 命令，系统会在模型的三维图形和二维工程图之间进行切换。

2. 视图的更新

选择下拉菜单 编辑(E) → 视图(W) → 更新视图(U)... 命令（或在“图纸布局”工具栏中单击按钮），可更新图形区中的视图。选择该命令后，系统弹出图 7.4.1 所示的“更新视图”对话框。

图 7.4.1 所示的“更新视图”对话框中的按钮及选项说明如下。

- ☐ 显示图纸中的所有视图：列出当前存在于部件文件中所有图纸页面上的所有视图，当该复选框被选中时，部件文件中的所有视图都在该对话框中可见并可供选择。如果取消选中该复选框，则只能选择当前显示的图纸上的视图。

◆ 选择所有过时视图：用于选择工程图中的过期视图。单击 应用 按钮之后，这些视图将进行更新。

◆ 选择所有过时自动更新视图：用于选择工程图中的所有过期视图并自动更新。

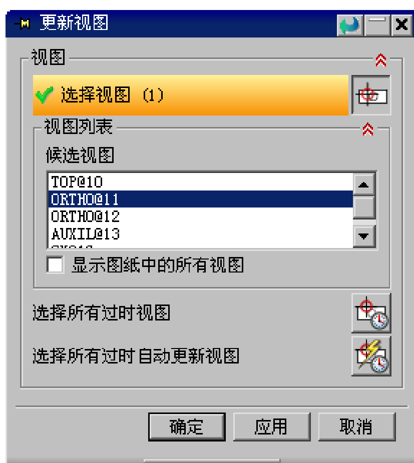
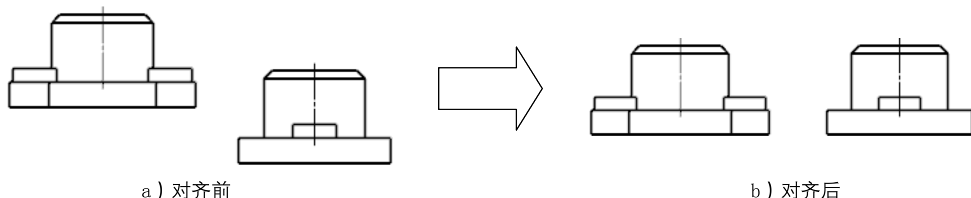


图 7.4.1 “更新视图”对话框

7.4.2 视图的对齐

UG NX 6.0 提供了比较方便的视图对齐功能。将鼠标移至视图的边界上并按住左键，然后移动，系统会自动判断用户的意图，显示可能的对齐方式，当移动到适合的位置时，松开鼠标左键即可。但是如果这种方法不能满足要求的话，用户还可以利用 对齐视图(A)... 命令来对齐视图。下面以图 7.4.2 为例来说明利用该命令对齐视图的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.04.02\align.prt。



a）对齐前　　b）对齐后

图 7.4.2 对齐视图

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 视图(W) → 对齐(A)... 命令，系统弹出图 7.4.3 所示的“对齐视图”对话框。

步骤 03 定义对齐方式。在“对齐视图”对话框中单击 按钮，选择水平对齐的方式。

步骤 04 定义静止点。选择 模型点 下拉列表中的 模型点 选项，确认“捕捉方式”工具条中的 按钮已被按下，选取图 7.4.4 所示的静止点。

步骤 05 选择要对齐的视图（图 7.4.4）。

步骤 06 单击鼠标中键，完成视图的对齐。



图 7.4.3 “对齐视图”对话框

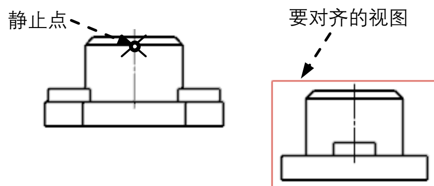


图 7.4.4 选择对齐要素

图 7.4.3 所示“对齐视图”对话框中的选项及按钮说明如下。

- （叠加）：同时水平和垂直对齐视图，以便使它们重叠在一起。
- （水平）：将选定的视图水平对齐。
- （竖直）：将选定的视图垂直对齐。
- （垂直于直线）：将选定视图与指定的参考线垂直对齐。
- （自动判断）：自动判断两个视图可能的对齐方式。
- 模型点：用来设置视图的对齐位置。
  - 模型点：通过选择一个静止点和一个需要对齐的视图来对齐视图。
  - 视图中心：通过选择两个视图的中心来对齐视图。
  - 点到点：通过选择两个视图中的点来对齐视图。

7.4.3 视图的编辑

1. 编辑整个视图

打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.04.03\base.prt；在视图的边框上右击，从弹出的快捷菜单中选择 样式(I)... 命令（图 7.4.5），系统弹出图 7.4.6 所示的“视图样式”对话框，使用该对话框可以改变视图的显示。

“视图样式”对话框和“视图首选项”对话框基本一致，在此不作具体介绍。

2. 视图细节的编辑

（1）编辑剖面线。

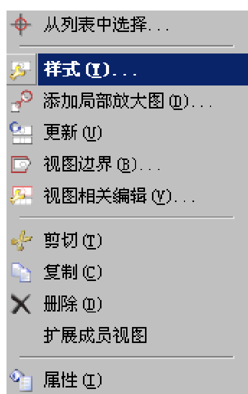


图 7.4.5 选择“样式”命令

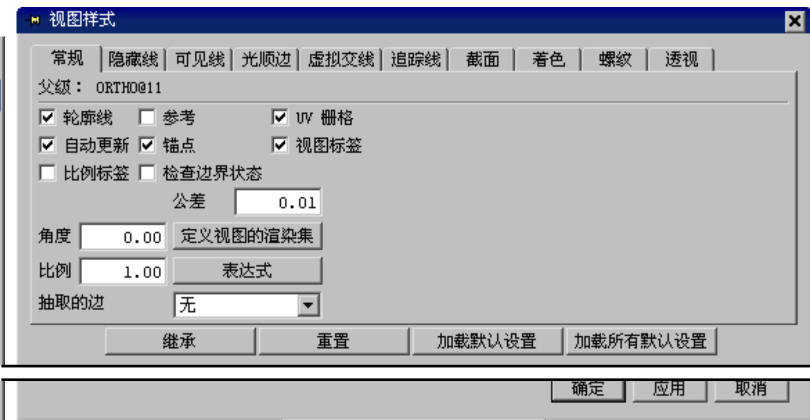


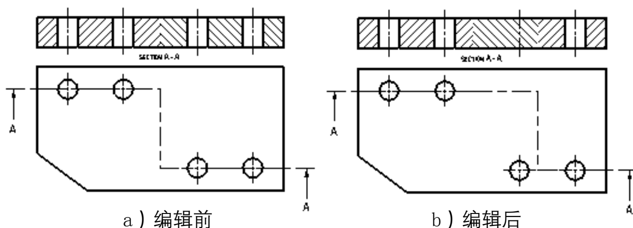
图 7.4.6 “视图样式”对话框

下面以图 7.4.7 为例来说明编辑剖面线的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.04.03\edit_section.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 视图(W) → 剖切线(L)... 命令（或在“制图编辑”工具栏中单击“编辑剖切线”按钮），系统弹出图 7.4.8 所示的“剖切线”对话框。

步骤 03 选择剖视图。单击对话框中的 选择剖视图 按钮，选取图 7.4.7a 所示的视图。选择要编辑的剖切线（图 7.4.8），在对话框中选中 ⊙ 移动段 单选项。



a）编辑前　　b）编辑后

图 7.4.7 编辑剖切线



图 7.4.8 “剖切线”对话框

步骤 04 选择要移动的段（图 7.4.9 所示的一段剖切线）。

步骤 05 选择放置位置，如图 7.4.9 所示。



利用“剖切线”对话框不仅可以增加、删除和移动剖面线，还可重新定义铰链线、剖切矢量和箭头矢量等。

步骤 06 单击“剖切线”对话框中的 应用 按钮，再单击 取消 按钮，此时视图并未立即更新。

步骤 07 更新视图。选择下拉菜单 编辑(E) → 视图(W) → 更新视图(U)... 命令，弹出“更新视图”对话框，单击“选择所有过时视图”按钮，选择全部视图，再单击 确定 按钮，完成剖面线的编辑。

（2）编辑剖面线边界。

编辑剖面线边界主要包括剖面线的排除和剖面线类型、距离、角度、颜色、线宽等的修改。下面以图 7.4.10 所示的图形为例来说明移除剖面线边界的一般操作过程。

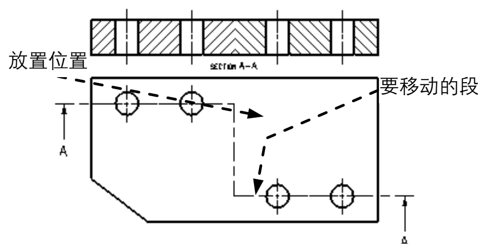


图 7.4.9　创建剖切线

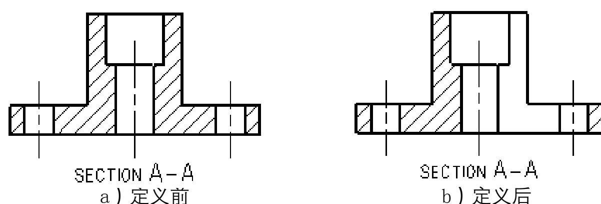


图 7.4.10　编辑剖面线边界

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.04.03\edit_section2.prt。

步骤 02 选择要编辑的剖面线。在图形区双击图 7.4.11 所示的剖面线，此时系统弹出图 7.4.12 所示的“剖面线”对话框。

步骤 03 定义要移除的剖面线边界。在图 7.4.13 所示的区域右击，在弹出的快捷菜单中选择 移除 命令。

步骤 04 单击 确定 按钮，完成剖面线边界的编辑。

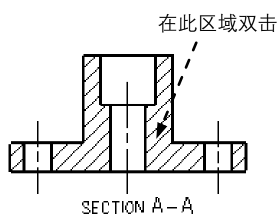


图 7.4.11　选择边界



图 7.4.12　“剖面线”对话框

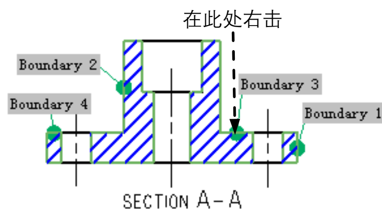


图 7.4.13　选择边界

图 7.4.12 所示的“剖面线”对话框的主要选项说明如下。

◆ 要排除的注释区域：该区域用于定义要排除的注释。

◆ 设置区域：该区域主要用于设置剖面线的各个选项，主要包括剖面线的类型、距离、角度、颜色和宽度。

● Pattern：该下拉列表用于定义剖面线的类型。

● 距离：通过在该文本框中输入相应的数值，可以更改剖面线的距离。

● 角度：通过在该文本框中输入相应的角度数值，可以更改剖面线的角度。

● 颜色：用于定义剖面线的颜色，单击后系统弹出“颜色”对话框。

● 宽度：该下拉列表用于定义剖面线的宽度。

（3）定义剖切阴影线。

在工程图环境中，用户可以选择现有剖切线或自定义的剖切线作为剖切阴影线来填充剖面。与产生剖视图的结果不同，填充剖面不会产生新的视图。下面以图 7.4.14 为例来说明定义剖切阴影线的一般操作过程。

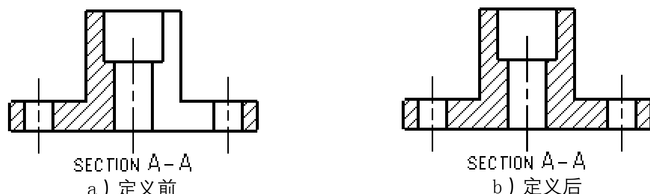


图 7.4.14 定义剖切阴影线

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.04.03\edit_section3.prt。

步骤 02 选择命令。在“注释”工具栏中单击“剖面线”按钮，系统弹出图 7.4.15 所示的“剖面线”对话框，在该对话框边界区域的选择模式下拉列表中选择边界曲线选项。

步骤 03 定义剖面线边界。依次选择图 7.4.16 所示的边界为剖面线边界。

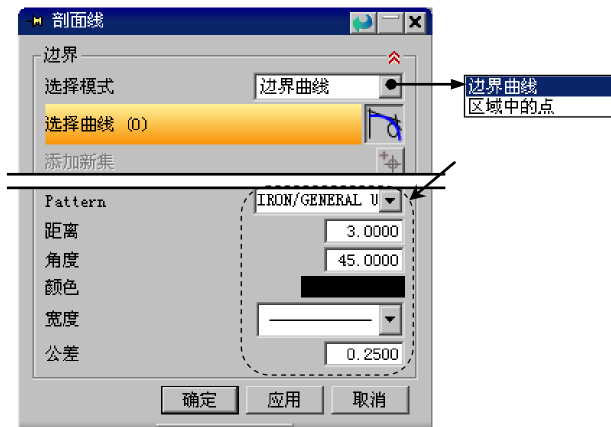


图 7.4.15 “剖面线”对话框

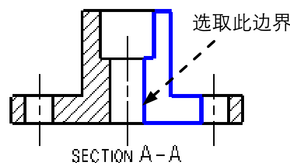


图 7.4.16 选择边线要素

步骤 04 设置剖面线。剖面线的设置如图 7.4.15 所示。

步骤 05 单击 确定 按钮，完成剖切阴影线的定义。

图 7.4.15 所示的“剖面线”对话框的边界区域说明如下。

◆ 边界曲线 选项：若选择该选项，则在创建剖面线时是通过在图形上选取一个封闭的边界曲线得到的。

◆ 区域中的点 选项：若选择该选项，则在创建剖面线时，只需要在一个封闭的边界曲线内部点击一下，系统自动选取此封闭边界作为创建剖面线边界。

7.5 工程图标注

7.5.1 尺寸标注

尺寸标注是工程图中一个重要的环节，本节将介绍尺寸标注的方法以及注意事项。主要通过图 7.5.1 所示的“尺寸”工具条进行尺寸标注（工具条中没有的按钮可以定制）。

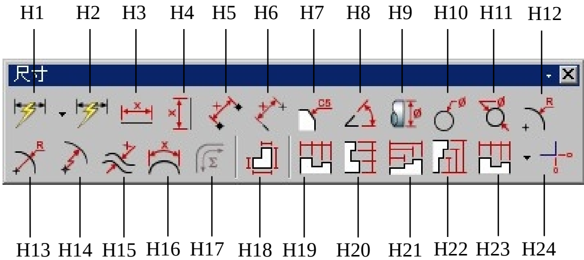


图 7.5.1 “尺寸”工具条

图 7.5.1 所示“尺寸”工具条的说明如下。

H1：允许用户使用系统功能创建尺寸，以便根据用户选取的对象以及光标位置智能地判断尺寸类型，其下拉列表中包括下面的所有标注方式。

H2：允许用户使用系统功能创建尺寸，以便根据用户选取的对象以及光标位置智能地判断尺寸类型。

H3：在两个选定对象之间创建一个水平尺寸。

H4：在两个选定对象之间创建一个竖直尺寸。

H5：在两个选定对象之间创建一个平行尺寸。

H6：在一条直线或中心线与一个定义的点之间创建一个垂直尺寸。

H7：创建倒斜角尺寸。

H8：在两条不平行的直线之间创建一个角度尺寸。

H9：创建一个等于两个对象或点位置之间的线性距离的圆柱尺寸。

H10：创建孔特征的直径尺寸。

H11：标注圆或弧的直径尺寸。

H12：创建一个半径尺寸，此半径尺寸使用一个从尺寸值到弧的短箭头。

H13：创建一个半径尺寸，此半径尺寸从弧的中心绘制一条延伸线。

H14：对极其大的半径圆弧创建一条折叠的指引线半径尺寸，其中心可以在绘图区之外。

H15：创建厚度尺寸，该尺寸测量两个圆弧或两个样条之间的距离。

H16：创建一个测量圆弧周长的圆弧长尺寸。

H17：创建周长约束以控制选定直线和圆弧的集体长度。

H18：将孔和螺纹的参数（以标注的形式）或草图尺寸继承到图纸页。

H19：允许用户创建一组水平尺寸，其中每个尺寸都与相邻尺寸共享其端点。

H20：允许用户创建一组竖直尺寸，其中每个尺寸都与相邻尺寸共享其端点。

H21：允许用户创建一组水平尺寸，其中每个尺寸都共享一条公共基准线。

H22：允许用户创建一组竖直尺寸，其中每个尺寸都共享一条公共基准线。

H23：允许用户创建一组水平尺寸，其中每个尺寸都与相邻尺寸共享其端点。

H24：包含允许用户创建坐标尺寸的选项。

下面以图 7.5.2 为例来介绍创建尺寸标注的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.05.01\dimension.prt。

步骤 02 标注竖直尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 竖直(V)... 命令，系统弹出图 7.5.3 所示的“竖直尺寸”工具条。

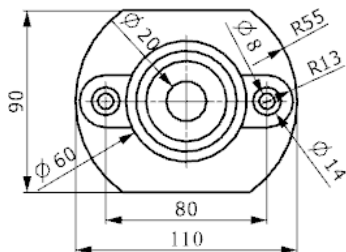


图 7.5.2 尺寸标注的创建

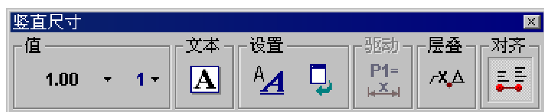


图 7.5.3 “竖直尺寸”工具条

图 7.5.3 所示“竖直尺寸”工具条中的按钮及选项说明如下。

◆ ：单击该按钮，系统弹出“尺寸样式”对话框，用于设置尺寸显示和放置等参

数。

- ◆ 1: 用于设置尺寸精度。
- ◆ 1.00: 用于设置尺寸公差。
- ◆ A: 单击该按钮，系统弹出“注释编辑器”对话框，用于添加注释文本。
- ◆ : 用于重置所有设置，即恢复默认状态。

步骤 03 单击“捕捉方式”工具条中的按钮，选取图 7.5.4 所示的边线 1 和边线 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸；结果如图 7.5.5 所示。

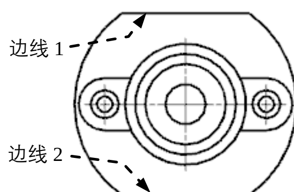


图 7.5.4 选取尺寸线参照

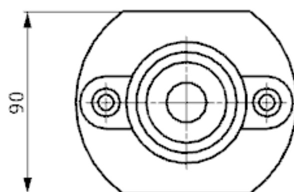


图 7.5.5 创建竖直尺寸标注

步骤 04 标注水平尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 水平(H)... 命令，系统弹出“水平尺寸”工具条。

步骤 05 单击“捕捉方式”工具条中的按钮，选取图 7.5.6 所示的圆 1 和圆 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸；然后选取图 7.5.6 所示的边线 1 和边线 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸，结果如图 7.5.7 所示。

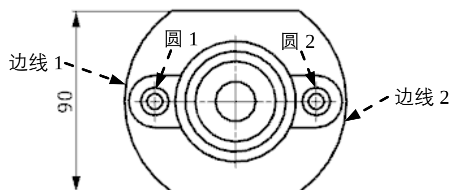


图 7.5.6 选取尺寸线参照

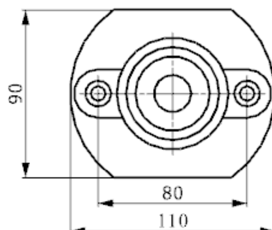


图 7.5.7 创建水平尺寸标注

步骤 06 标注半径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 半径(R)... 命令，系统弹出“半径尺寸”工具条。

步骤 07 分别选取图 7.5.8 所示的圆弧，单击合适的位置放置半径尺寸，结果如图 7.5.9 所示。

步骤 08 标注直径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 直径(D)... 命令，系统弹出“直径尺寸”工具条。

步骤 09 选取图 7.5.10 所示的圆，单击合适的位置放置直径尺寸，结果如图 7.5.11 所示。

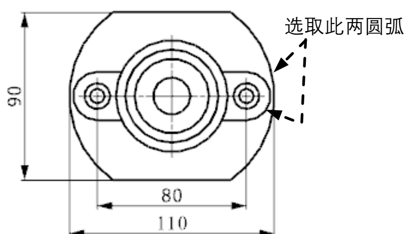


图 7.5.8　选取尺寸线参照

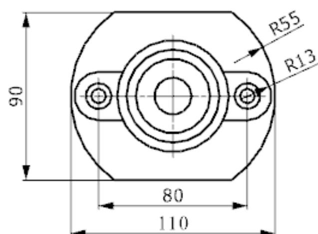


图 7.5.9　创建半径尺寸标注

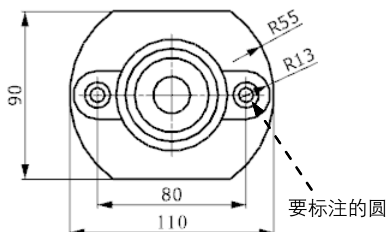


图 7.5.10　选取尺寸线参照

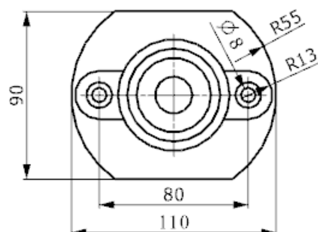


图 7.5.11　创建直径尺寸标注

步骤 10 选取其他图元创建尺寸标注，使其完全约束，结果如图 7.5.2 所示。

7.5.2　基准特征标注

利用基准符号命令可以创建用户所需的各种基准符号。下面介绍创建基准符号的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.05.02\benchmark.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准特征符号(K)... 命令，系统弹出“基准特征符号”对话框，如图 7.5.12 所示。

步骤 03 在“基准特征符号”对话框 基准标识符 下的 字母 文本框中输入字母 A。

步骤 04 放置基准特征符号。单击工具栏中的 按钮，选取图 7.5.13 所示的边线，然后单击此曲线并拖动，放置基准特征符号到图 7.5.13 所示的位置。

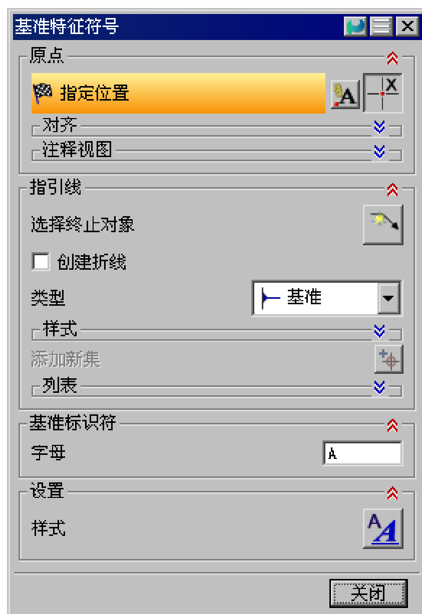


图 7.5.12　“基准特征符号”对话框

步骤 05 单击 关闭 按钮，完成基准特征符号的创建。

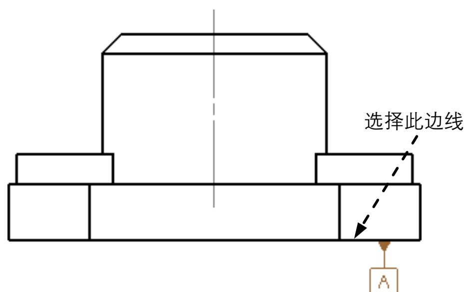


图 7.5.13　创建基准特征符号

7.5.3　形位公差标注

注释命令可以创建用户所需的各种形位公差符号。下面介绍创建公差符号的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.05.03\geometric_tolerance.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) 命令，系统弹出“注释”对话框，如图 7.5.14 所示。

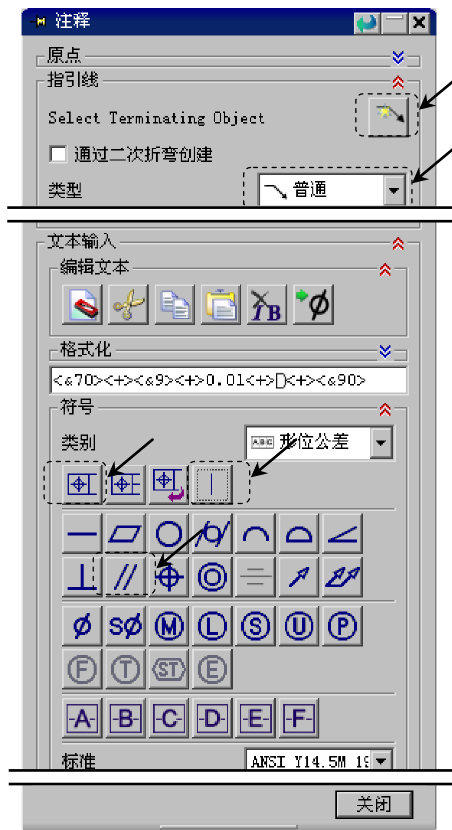


图 7.5.14　“注释”对话框

步骤 03 设置公差符号的参数。在文本输入区域的类别下拉列表中选择形位公差选项，依次单击⊕和//按钮，输入公差值 0.02，然后单击|按钮，输入字母 A。

步骤 04 指定指引线。在指引线中单击按钮，选取图 7.5.15 所示的边线为引线的放置点，选择适当的位置在图纸中单击，单击关闭按钮，完成公差符号的创建。

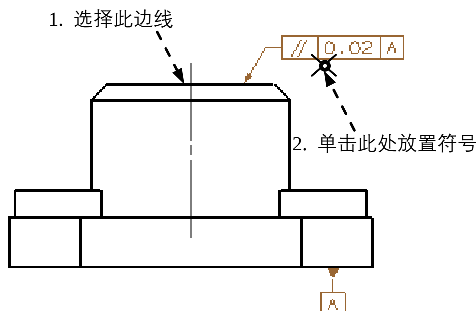


图 7.5.15 创建公差符号

7.5.4 表面粗糙度标注

UG NX 6.0 安装后默认的设置中，表面粗糙度符号选项命令是没有被激活的，因此首先要激活表面粗糙度符号选项命令。在 UG NX 6.0 的安装目录“C:\Program Files\UGS\NX 6.0\UGII”中找到 ugii_env.dat 文件，用记事本程序将其打开，将其中的环境变量 UGII_SURFACE_FINISH 的值改为 ON，然后保存文件。再启动 UG NX 6.0 后，表面粗糙度符号命令已激活。注意：UG NX 6.0 中表面粗糙度符号及标注仍延用 GB/T 131—1993，现行标注已更新为 GB/T 131—2006。下面介绍标注表面粗糙度的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.05.04\surface finish symbol.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 符号(Y) → 表面粗糙度符号(S)...命令，系统弹出图 7.5.16 所示的“表面粗糙度符号”对话框。

步骤 03 设置图 7.5.16 所示的表面粗糙度参数，然后单击按钮。

步骤 04 标注表面粗糙度符号。具体过程如图 7.5.17 所示。

步骤 05 标注其他表面粗糙度符号。完成后的效果如图 7.5.18 所示。

图 7.5.16 所示的“表面粗糙度符号”对话框中的按钮及选项说明如下。

- 符号图标：UG NX 6.0 提供了九种类型的表面粗糙度符号。要创建表面粗糙度，首先要选择相应的类型，选择的符号类型将显示在“输入区域”中。
- 圆括号：用于设置是否将表面粗糙度符号置于圆括号内，包括无、左、右和两者皆是四个选项，一般设置为无圆括号。

- Ra 单位：该选项允许从两种单位类型中进行选择，即粗糙度等级或微米。当改变Ra 单位选项时，与 a_1 和 a_2 字段相邻的弹出菜单的内容也会相应地发生变化，a_1 和 a_2 文本字段中的值将变成用新选择单位表示的相应值。
- 符号文本大小（毫米）：该选项允许从七种 ISO 标准符号文本大小中选择。符号文本大小用毫米表示；符号文本增大，符号大小也随之增大。
- 重置：清除“输入区域”中的所有参数，重新设置。

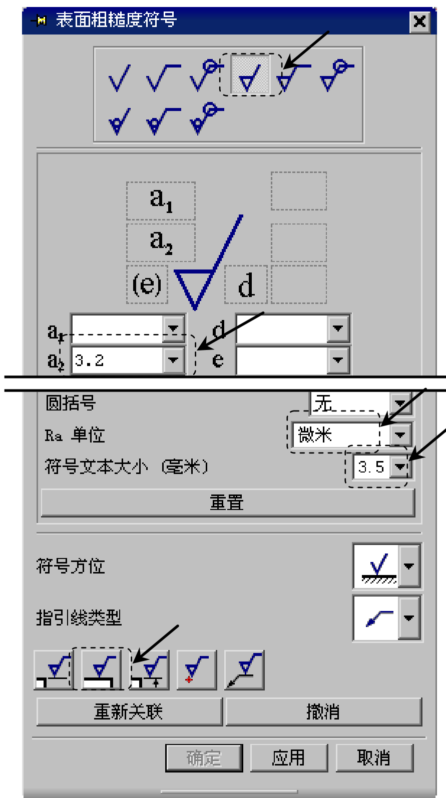


图 7.5.16 “表面粗糙度符号”对话框

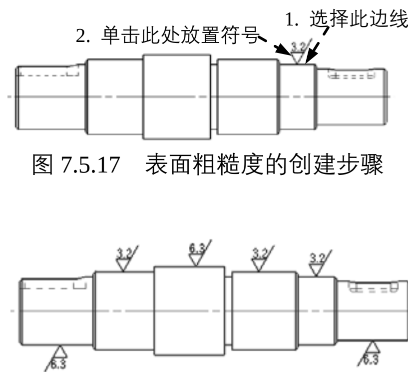


图 7.5.17 表面粗糙度的创建步骤

图 7.5.18 表面粗糙度标注

- ：在延伸线上创建表面粗糙度符号。
- ：在边上创建表面粗糙度符号。
- ：在尺寸线上创建表面粗糙度符号。

7.5.5 标识符号标注

标识符号是一种由规则图形和文本组成的符号，在创建工程图中也是必要的。下面以图

7.5.19 所示为例来介绍创建标识符号的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.05.05\id symbol\id symbol.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 符号(Y) → 标识符号(I)... 命令，系统弹出“标识符号”对话框，如图 7.5.20 所示。

步骤 03 设置标识符号的参数，如图 7.5.20 所示。

步骤 04 指定指引线。单击对话框中的 按钮，选择图 7.5.19 所示的点为引线的放置点。

步骤 05 放置标识符号。选择图 7.5.19 所示的位置为标识符号的放置位置，单击 关闭 按钮。

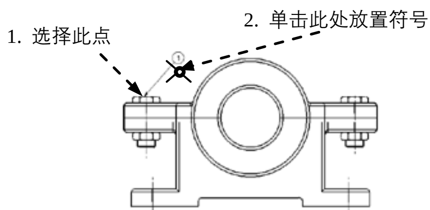


图 7.5.19 标识符号的创建

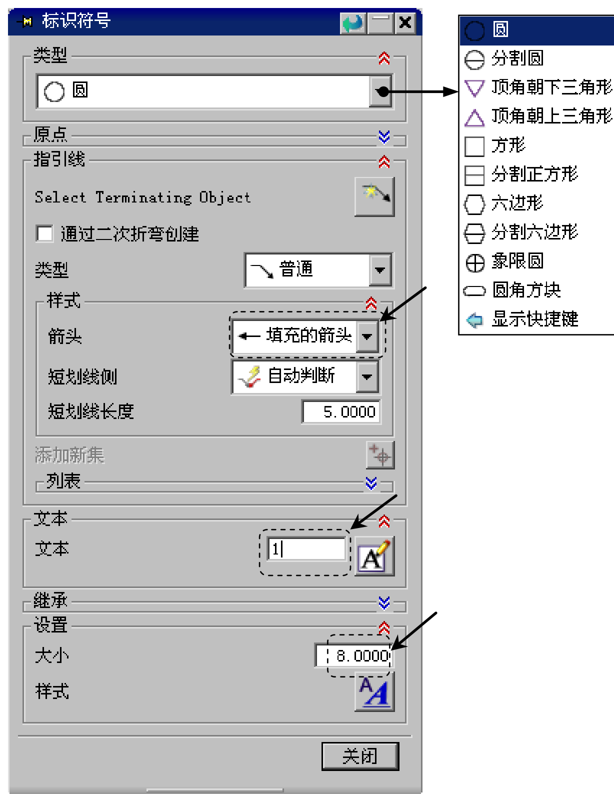


图 7.5.20 “标识符号”对话框

7.5.6 自定义符号标注

利用自定义符号命令可以创建用户所需的各种符号，且可将其加入到自定义符号库中。下面介绍创建自定义符号的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch07.05.06\user_defined_symbol.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 符号(Y) → 使用定义的符号(D)... 命令，系统弹出“用户定义符号”对话框。

步骤 03 在“用户定义符号”对话框中设置图 7.5.21 所示的参数。

步骤 04 放置符号。单击“用户定义符号”对话框中的按钮，选取图 7.5.22 所示的尺寸和放置位置。

步骤 05 单击 取消 按钮，结果如图 7.5.23 所示。

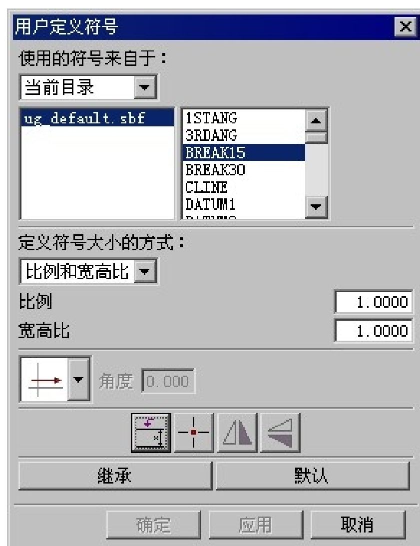


图 7.5.21 “用户定义符号”对话框

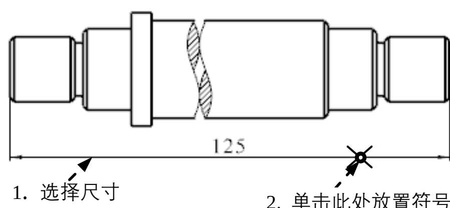


图 7.5.22 用户定义符号的创建

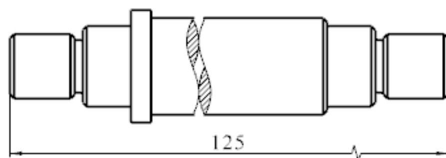


图 7.5.23 创建完的用户定义符号

图 7.5.21 所示“用户定义符号”对话框中常用的按钮及选项说明如下。

◆ 使用的符号来自于：：该下拉列表用于从当前部件或指定目录中调用“用户定义符号”。
  - 部件：使用该项将显示当前部件文件中所使用的符号列表。
  - 当前目录：使用该项将显示当前目录的符号。
  - 实用工具目录：使用该项可以从“实用工具目录”中的文件选择符号。

◆ 定义符号大小的方式：：在该项中可以使用长度、高度或比例和宽高比来定义符号的大小。

◆ 符号方向：使用该项可以对图样上的独立符号进行定位。
  - ：用来定义与 XC 轴方向平行的矢量方向的角度。
  - ：用来定义与 YC 轴方向平行的矢量方向的角度。
  - ：用来定义与所选直线平行的矢量方向。

- ：用从一点到另外一点所形成的直线来定义矢量方向。
- ：用来在显示符号的位置输入一个角度。

◆ ：用来将符号添加到制图对象中去。

◆ ：用来指明符号在图样中的位置。

7.5.7　注释编辑器

制图环境中的形位公差和文本注释都是通过注释编辑器来标注的，因此，在这里先介绍一下注释编辑器的用法。

选择下拉菜单 插入(S) ➡ 注释(N)... 命令（或单击“注释”工具条中的按钮），系统弹出图 7.5.24 所示的“注释”对话框（一）。

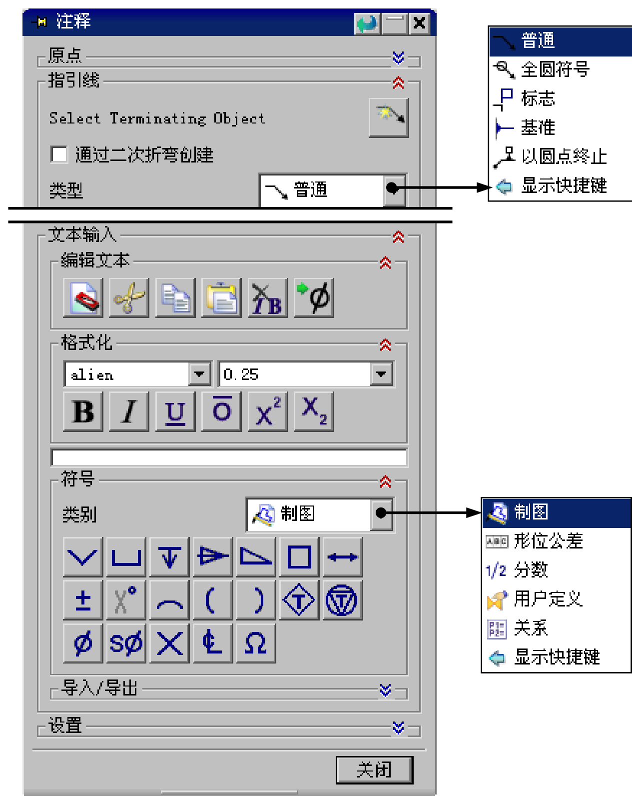


图 7.5.24　“注释”对话框（一）

图 7.5.24 所示的“注释”对话框（一）中的部分按钮及选项说明如下。

◆ 编辑文本 区域：该区域（“编辑文本”工具栏）用于编辑注释，其主要功能和 Word 等软件的功能相似。

◆ 格式化 区域：该区域包括“文本字体设置”下拉列表 alien 、“文本大小设

置”下拉列表 0.25 、“编辑文本”按钮和“多行文本输入区”。

◆ 符号 区域：该区域的 类别 下拉列表中主要包括“制图”“形位公差”“分数”“用户定义”和“关系”几个选项。

● 制图 选项：使用图 7.5.24 所示的 制图 选项可以将制图符号的控制字符输入到编辑窗口。

● 形位公差 选项：图 7.5.25 所示的 形位公差 选项可以将形位公差符号的控制字符输入到编辑窗口和检查形位公差符号的语法。形位公差窗格的上面有四个按钮，它们位于一排。这些按钮用于输入下列形位公差符号的控制字符：“开始单框”“开始组合框”“开始下一个框”和“竖直框间隔”。这些按钮的下面是各种公差特征符号按钮、材料条件按钮和其他形位公差符号按钮。

● 1/2 分数 选项：图 7.5.26 所示的 1/2 分数 选项分为上部文本和下部文本，通过更改分数类型，可以分别在上部文本和下部文本中插入不同的分数类型。



图 7.5.25 “注释”对话框（二）



图 7.5.26 “注释”对话框（三）

● 用户定义 选项：该选项的 符号库 下拉列表中提供了“显示部件”“当前目录”和“实用工具目录”选项。单击“插入符号”按钮后，在文本

窗口中显示相应的符号代码，符号文本将显示在预览区域中。

- 关系选项：图 7.5.24 所示的关系选项包括三种，（插入控制字符），以在文本中显示表达式的值；（插入控制字符），以显示对象的字符串属性值；（插入控制字符），以在文本中显示部件属性值。

7.6　工程图设计综合应用

本案例以一个机械基础——基座为载体讲述 UG NX 6.0 工程图创建的一般过程。希望通过此例的学习，读者能够对 UG NX 6.0 工程图的制作有比较清楚的认识。完成后的工程图如图 7.6.1 所示。

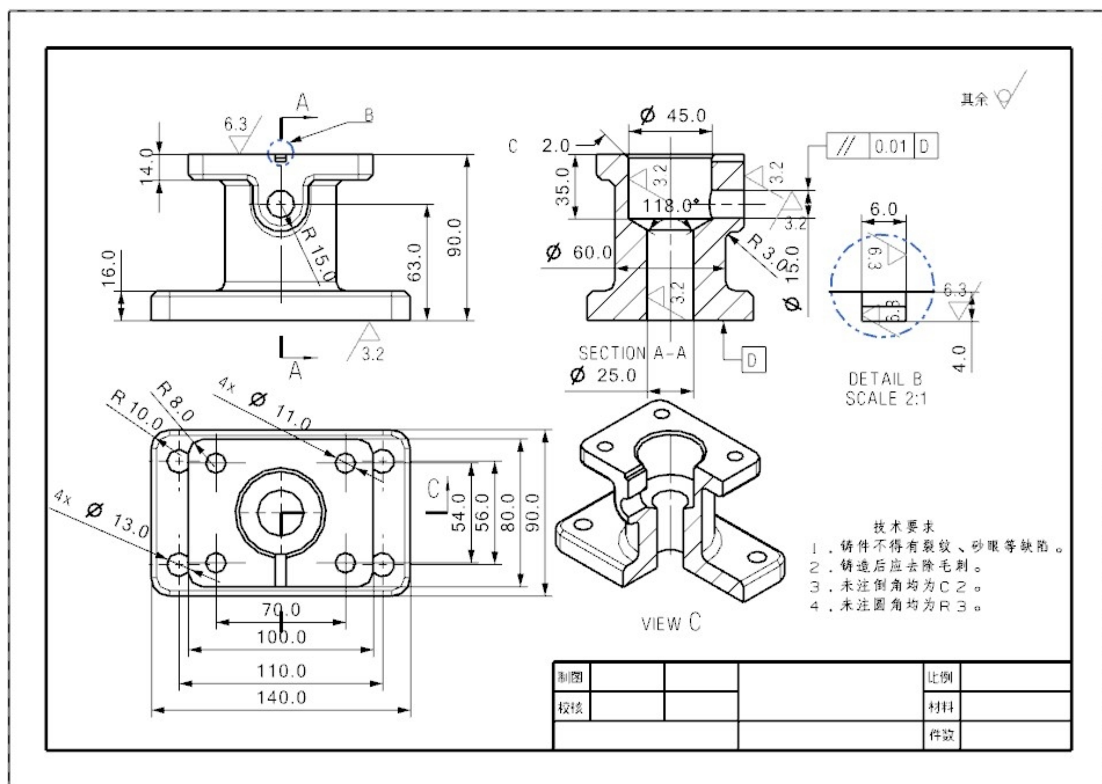


图 7.6.1　零件工程图



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch07.06\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch07.06\down_base.prt。

第 8 章　NX 钣金设计

8.1　概述

本节主要讲解 NX 钣金模块的菜单、工具条及钣金首选项的设置。读者通过本节的学习，可以对 NX 钣金模块有一个初步的了解。

1. NX 钣金模块的菜单及工具条

打开 UG NX 6.0 软件后，首先选择 文件(F) ➡ 新建(N)... 命令，然后在系统弹出的“新建”对话框中选择 NX 钣金 模板，进入 NX 钣金模块。选择下拉菜单 插入(S)，系统则弹出 NX 钣金模块中的所有钣金命令。

在工具条按钮区中单击鼠标右键，在系统弹出的快捷菜单中确认 NX 钣金 工具条被激活（NX 钣金 前有 ✔ 激活状态），屏幕中则出现图 8.1.1 所示的“NX 钣金”工具条。

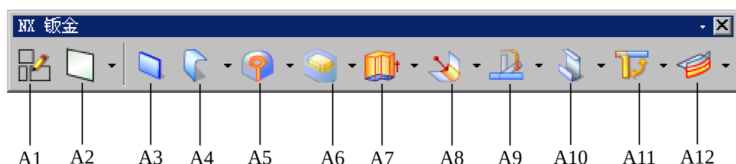


图 8.1.1　“NX 钣金”工具条

A1：草图	A2：基准平面	A3：突出块
A4：弯边	A5：封闭拐角	A6：凹坑
A7：拉伸	A8：调整折弯半径大小	A9：矫直
A10：转换为钣金	A11：展平实体	A12：高级弯边

2. NX 钣金模块的首选项设置

为了提高钣金件的设计效率以及使钣金件在设计完成后能顺利地加工及精确地展开，UG NX 6.0 提供了一些对钣金零件属性的设置及其平面展开图处理的相关设置。通过对首选项的设置极大提高了钣金零件的设计速度。这些参数设置包括材料厚度、折弯半径、止裂口深度、止裂口宽度和折弯许用半径公式的设置。下面详细讲解这些参数的作用。

进入 NX 钣金模块后，选择下拉菜单 首选项(P) ➡ NX 钣金(H)... 命令，系统弹出“NX 钣金首选项”对话框（一），如图 8.1.2 所示。

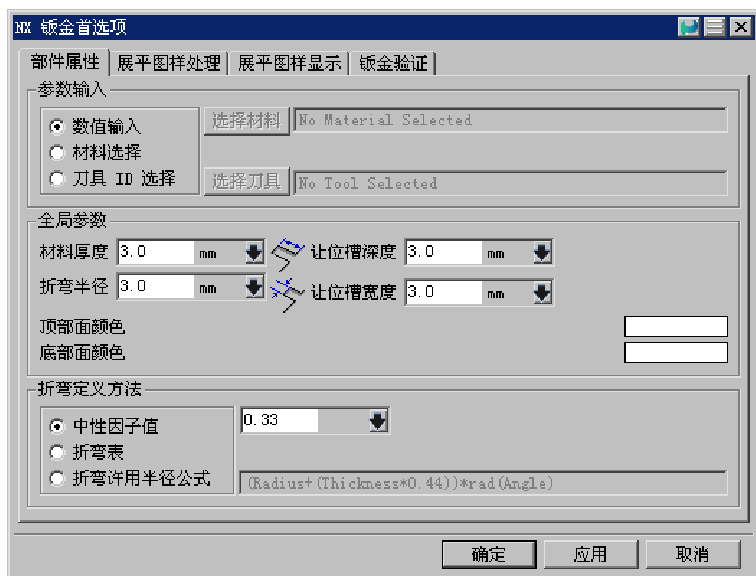


图 8.1.2　“NX 钣金首选项”对话框（一）

图 8.1.2 所示的“NX 钣金首选项”对话框（一）部件属性选项卡中各选项的说明如下。

◆ 参数输入区域：该区域包含 数值输入、 材料选择和 刀具 ID 选择单选项，可用于确定钣金折弯的定义方式。

- 数值输入单选项：当选中该单选项时，可直接以数值的方式在折弯定义方法区域中直接输入钣金折弯参数。
- 材料选择单选项：选中该单选项时，可单击右侧的选择材料按钮，系统弹出“选择材料”对话框，可在该对话框中选择一材料来定义钣金折弯参数。
- 刀具 ID 选择单选项：选中该单选项时，可单击右侧的选择刀具按钮，系统弹出“NX 钣金工具标准”对话框，可在该对话框中选择钣金标准工具，以定义钣金的折弯参数。

◆ 在全局参数区域中可以设置以下 6 个参数。

- 材料厚度文本框：在该文本框中可以输入数值以定义钣金零件的全局厚度。
- 折弯半径文本框：在该文本框中可以输入数值以定义钣金件折弯时默认的折弯半径值。
- 让位槽深度文本框：在该文本框中可以输入数值以定义钣金件默认的让位槽的深度值。

- 让位槽宽度文本框：在该文本框中可以输入数值以定义钣金件默认的让位槽的宽度值。
- 顶部面颜色选择区域：单击其后的颜色选择区域，系统弹出“颜色”对话框，可在该对话框中选择一种颜色来定义钣金件顶部面的颜色。
- 底部面颜色选择区域：单击其后的颜色选择区域，系统弹出“颜色”对话框，可在该对话框中选择一种颜色来定义钣金件底部面的颜色。

◆ 折弯定义方法区域：该区域用于定义折弯定义方法，包含 中性因子值、 折弯表和 折弯许用半径公式单选项。

- 中性因子值单选项：选中该单选项时，采用中性因子定义折弯方法，且其后的文本框可用，可在该文本框中输入数值以定义折弯的中性因子。
- 折弯表单选项：选中该单选项，可在创建钣金折弯时使用折弯表来定义折弯参数。
- 折弯许用半径公式单选项：当选中该单选项时，使用半径公式来确定折弯参数。

在“NX 钣金首选项”对话框（一）中单击展平图样处理选项卡，此时“NX 钣金首选项”对话框（二）如图 8.1.3 所示。

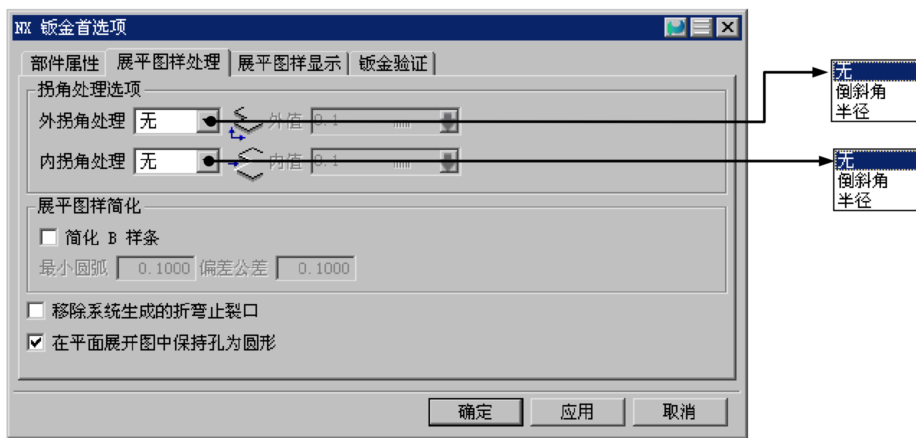


图 8.1.3 “NX 钣金首选项”对话框（二）

图 8.1.3 所示的“NX 钣金首选项”对话框（二）展平图样处理选项卡中各选项的说明如下。

◆ 拐角处理选项：在该区域中可以设置在展开钣金后内、外拐角的处理方式。外拐角是去除材料，内拐角是创建材料。

◆ 外拐角处理下拉列表：该下拉列表中有无、倒斜角和半径三个选项，用于设置钣金展开后外拐角的处理方式。

- 无选项：选择该选项时，不对内、外拐角做任何处理。
- 倒斜角选项：选择该选项时，对内、外拐角创建一个倒角，倒角的大小在其后的文本框中进行设置。
- 半径选项：选择该选项时，对内、外拐角创建一个圆角，圆角的大小在后面的文本框中进行设置。

◆ 内拐角处理下拉列表：该下拉列表中有无、倒斜角和半径三个选项，用于设置钣金展开后内拐角的处理方式。

◆ 展平图样简化区域：该区域用于在对圆柱表面或折弯处有裁剪特征的钣金零件进行展开时，设置是否生成 B 样条。当选中☑ 简化 B 样条复选框后，可通过最小圆弧及偏差的公差两个文本框对简化 B 样条的最大圆弧和偏差公差进行设置。

◆ ☑ 移除系统生成的折弯止裂口复选框：选中☑ 移除系统生成的折弯止裂口复选框后，钣金零件展开时将自动移除系统生成的缺口。

◆ ☑ 在平面展开图中保持孔为圆形复选框：选择该复选框时，在平面展开图中保持折弯曲面上的孔为圆形。

在“NX 钣金首选项”对话框（一）中单击展平图样显示选项卡，此时“NX 钣金首选项”对话框（三）如图 8.1.4 所示，可设置展平图样各曲线的颜色以及默认选项的新标注属性。

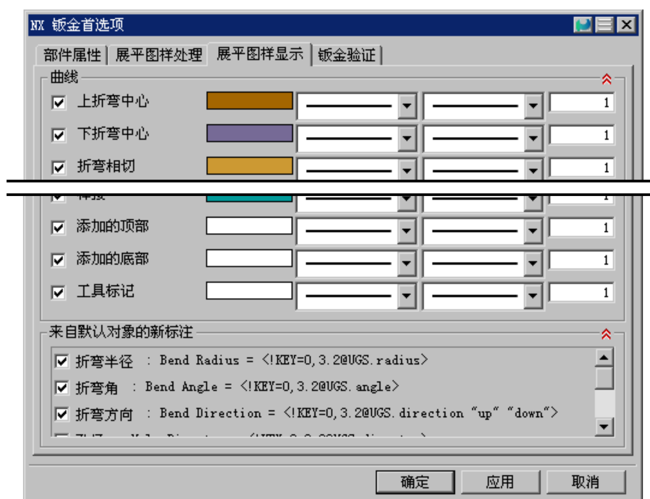


图 8.1.4 “NX 钣金首选项”对话框（三）

在“NX 钣金首选项”对话框（一）中单击钣金验证选项卡，此时“NX 钣金首选项”对话框（四）如图 8.1.5 所示。在该选项卡中可设置钣金件验证的参数。

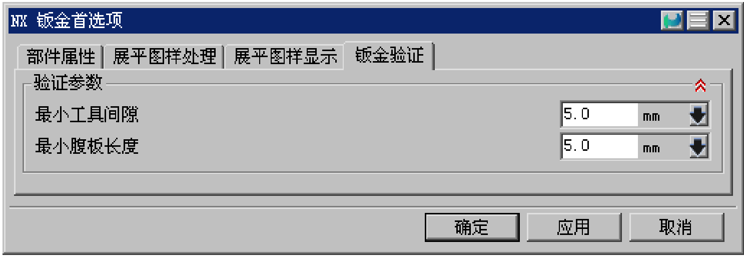


图 8.1.5 “NX 钣金首选项”对话框（四）

8.2 钣金基础特征

8.2.1 突出块

使用“突出块”命令可以创建出一个平整的薄板（图 8.2.1），它是一个钣金零件的“基础”，其他的钣金特征（如冲孔、成形、折弯等）都要在这个“基础”上构建，因此这个平整的薄板就是钣金件最重要的部分。

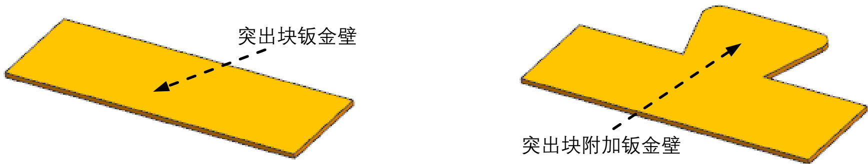
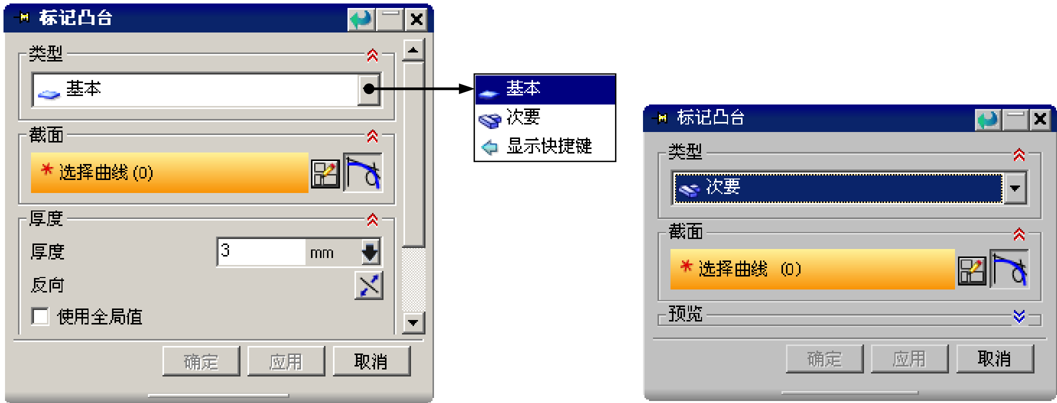


图 8.2.1 突出块钣金壁

（一） 创建“平板”的两种类型

选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令后，系统弹出图 8.2.2a 所示的“标记凸台”对话框（一），创建完成后再次选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令时，系统弹出图 8.2.2b 所示的“标记凸台”对话框（二）。



a）“标记凸台”对话框（一）　　b）“标记凸台”对话框（二）

图 8.2.2 “突出块”命令

图 8.2.2 所示的“标记凸台”对话框中的选项说明如下。

◆ 类型区域：该区域的下拉列表中有基本和次要选项，用以定义钣金的厚度。

- 基本选项：选择该选项时，用于创建基础突出块钣金壁。
- 次要选项：选择该选项时，可在已有的钣金壁的表面创建突出块钣金壁，其壁厚与基础钣金壁相同。注意只有在部件中已存在基础钣金壁特征时，此选项才会出现。

◆ 截面区域：该区域用于定义突出块的截面曲线，截面曲线必须是封闭的曲线。

◆ 厚度区域：该区域用于定义突出块的厚度及厚度方向。

- 厚度文本框：可在该区域中输入数值以定义突出块的厚度。
- 反向按钮：单击按钮，可使钣金材料的厚度方向发生反转。

（二） 创建平板的一般过程

基本突出块是创建一个平整的钣金基础特征，在创建钣金零件时，需要先绘制钣金壁的正面轮廓草图（必须为封闭的线条），然后给定钣金厚度值。次要突出块是在已有的钣金壁上创建平整的钣金薄壁材料，其壁厚无需用户定义，系统会自动设定为与已存在钣金壁的厚度相同。

1. 创建基本突出块

下面以图 8.2.3 所示的模型为例来说明创建基本突出块钣金壁的一般操作过程。

步骤 01 新建文件。

（1）选择下拉菜单文件(F) → 新建(N)...命令，系统弹出“新建”对话框。

（2）在模型选项卡模板区域下的列表中选择NX 钣金模板；在新文件名区域的名称文本框中输入文件名称 tack；单击文件夹文本框后面的按钮，选择文件保存路径 D:\ugsc60\work\ch08.02.01\。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 突出块(B)...命令，系统弹出“标记凸台”对话框。

步骤 03 定义平板截面。单击按钮，选取 XY 平面为草图平面，单击确定按钮，绘制图 8.2.4 所示的截面草图，选择下拉菜单草图(K) → 完成草图(K)命令，退出草图环境。

步骤 04 定义厚度。厚度方向采用系统默认的矢量方向，在文本框中输入厚度值 1.0。



厚度方向可以通过单击“标记凸台”对话框中的按钮来调整。

步骤 05 在"标记凸台"对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

步骤 06 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

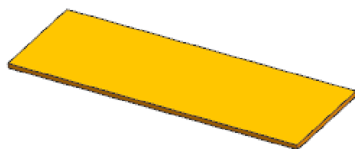


图 8.2.3 创建基本平板钣金壁

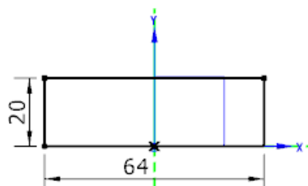


图 8.2.4 截面草图

2. 创建次要突出块

下面继续以基本平板钣金壁的模型为例来说明创建次要突出块的一般操作过程。

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令，系统弹出"标记凸台"对话框。

步骤 02 定义平板类型。在"标记凸台"对话框 类型 区域的下拉列表中选择 次要 选项。

步骤 03 定义平板截面。单击按钮，选取图 8.2.5 所示的模型表面为草图平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.2.6 所示的截面草图。

步骤 04 在"标记凸台"对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

步骤 05 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

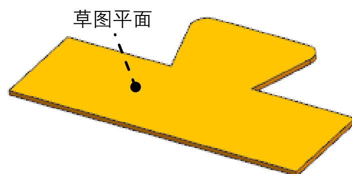


图 8.2.5 创建附加平板

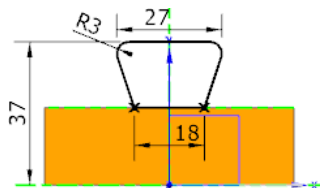


图 8.2.6 截面草图

8.2.2 弯 边

钣金弯边是在已存在的钣金壁的边缘上创建出简单的折弯，其厚度与原有钣金厚度相同。在创建弯边特征时，需首先在已存在的钣金中选取某一条边线作为弯边钣金壁的附着边，然后定义弯边特征的截面、宽度、弯边属性、偏置、折弯参数和让位槽。

1. 弯边特征的一般操作过程

下面以图 8.2.7 所示的模型为例来说明创建弯边钣金壁的一般操作过程。

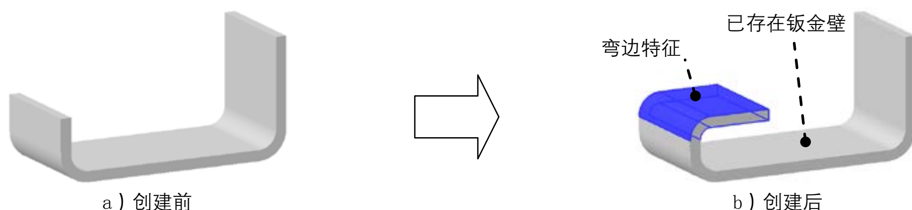


图 8.2.7 创建弯边特征

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.02.02\ sm_flange_01.prt。

步骤 02 选择特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出图 8.2.8 所示的“弯边”对话框。

步骤 03 选取线性边。在系统 选择线性边 的提示下，选取图 8.2.9 所示的模型边线为折弯的附着边，系统显示图 8.2.10 所示的折弯方向。

步骤 04 定义宽度。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 完整。

步骤 05 定义弯边属性。在 弯边属性 区域的 长度 文本框中输入值 20.0；在 角度 文本框中输入值 90.0；在 参考长度 下拉列表中选择 内部；在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

步骤 06 定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入值 0.0；在 折弯参数 区域中取消选中 □ 使用全局值 复选框，然后在 折弯半径 文本框中输入值 3；在 让位槽 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 无。

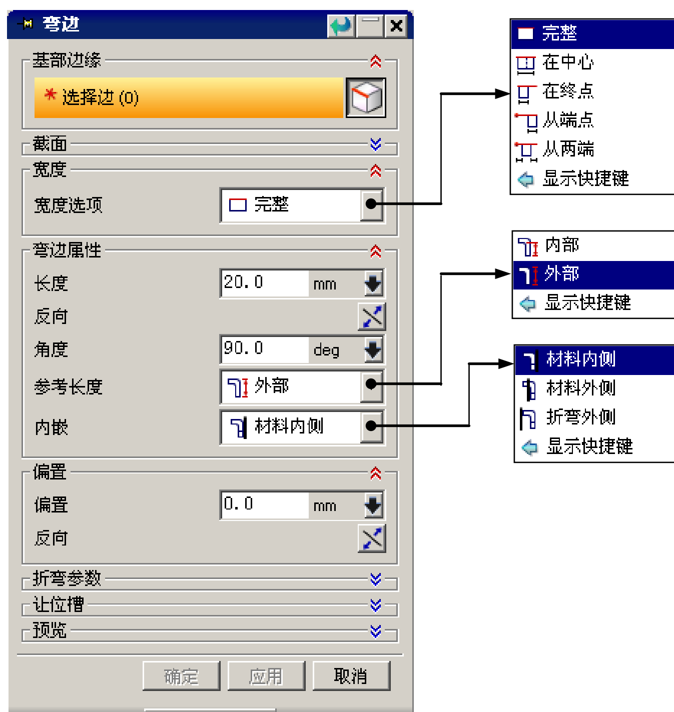


图 8.2.8 “弯边”对话框

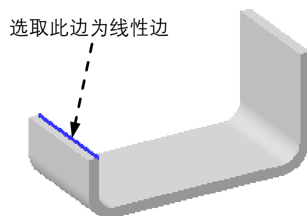


图 8.2.9 定义线性边

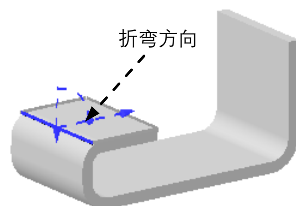


图 8.2.10 显示折弯方向

步骤 07 在“弯边”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

图 8.2.8 所示的“弯边”对话框中主要选项的功能说明如下。

◆ 宽度选项 下拉列表。

- 完整 选项：在基础特征的整个线性边上都应用弯边。
- 在中心 选项：在线性边的中心位置放置弯边，然后对称地向两边拉伸一定的距离，如图 8.2.11a 所示。
- 在终点 选项：将弯边特征放置在选定的直边的端点位置，然后以此端点为起点拉伸弯边的宽度，如图 8.2.11b 所示。
- 从两端 选项：在线性边的中心位置放置弯边，然后利用距离 1 和距离 2 来设置弯边的宽度，如图 8.2.11c 所示。
- 从端点 选项：在所选折弯边的端点定义距离来放置弯边，如图 8.2.11d 所示。

◆ 内嵌 下拉列表。

- 材料内侧 选项：使弯边的外侧面与线性边平齐，如图 8.2.12a 所示。
- 材料外侧 选项：使弯边的内侧面与线性边平齐，如图 8.2.12b 所示。
- 折弯外侧 选项：把折弯特征直接加在基础特征上来添加材料而不改变基础特征尺寸，如图 8.2.12c 所示。

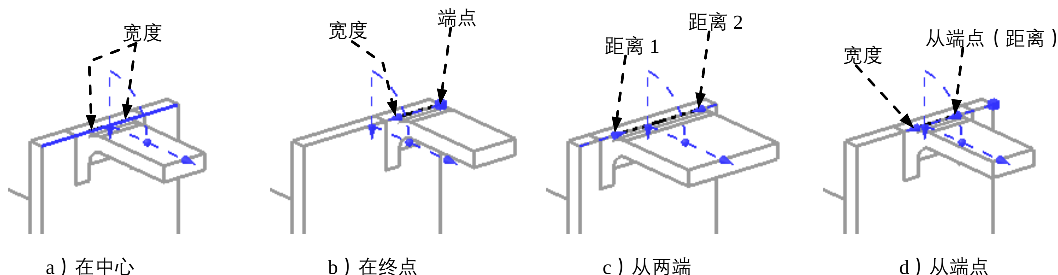


图 8.2.11 设置宽度选项

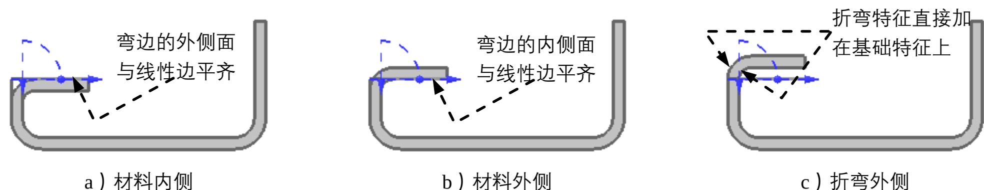


图 8.2.12 设置内嵌选项

◆ 参考长度下拉列表。

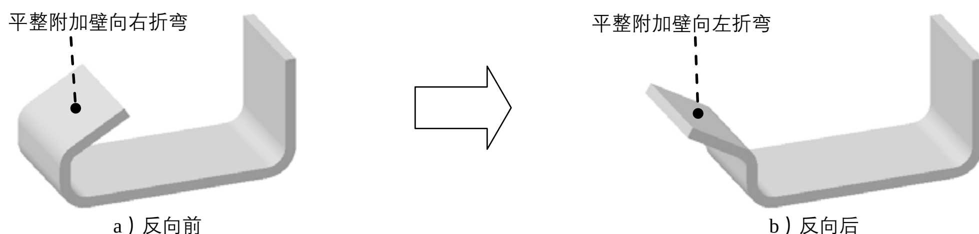
- 内部选项：折弯的总长距离是从折弯面的内侧端部开始计算，直到折弯平面区域的端部为止的距离，如图 8.2.13a 所示。
- 外部选项：折弯的总长距离是从折弯面的外侧端部开始计算，直到折弯平面区域的端部为止的距离，如图 8.2.13b 所示。



a）内侧尺寸　　b）外侧尺寸

图 8.2.13　设置长度选项

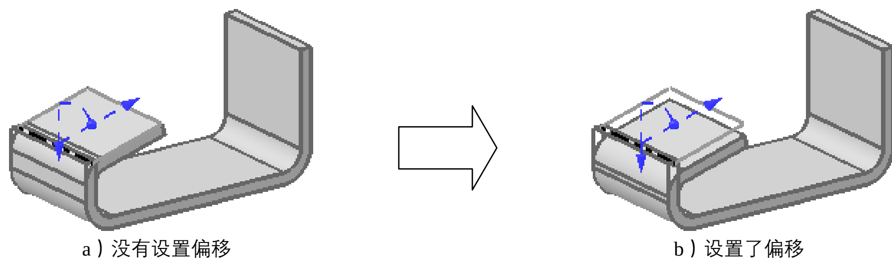
◆ 长度文本框后面的“反向”按钮：单击此按钮，可切换折弯长度的方向（图 8.2.14）。



a）反向前　　b）反向后

图 8.2.14　设置折弯长度的方向

◆ 偏置：相对于线性边，将弯边偏移一段距离。在前面的例子中，如果在偏置文本框中将偏置值设为 3.0，则弯边向下偏移 3（图 8.2.15）。



a）没有设置偏移　　b）设置了偏移

图 8.2.15　设置偏置值

◆ 角度：可以输入折弯角度的值，该值是与原钣金所成角度的补角。几种折弯角度如图 8.2.16 所示。

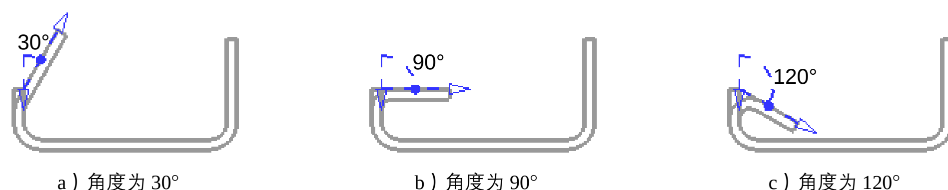


图 8.2.16 设置折弯角度值

2．创建止裂口

当弯边部分地与附着边相连，并且折弯角度不为 0 时，在连接处的两端应创建止裂口。在 NX 钣金模块中提供的止裂口分为两种：正方形止裂口和圆弧形止裂口。

方式一：正方形止裂口。

在附加钣金壁的连接处，将主壁材料切割成正方形缺口来构建止裂口，如图 8.2.17 所示。

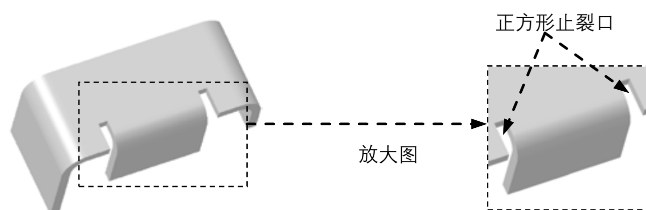


图 8.2.17 正方形止裂口

方式二：圆弧形止裂口。

在附加钣金壁的连接处，将主壁材料切割成长圆弧形缺口来构建止裂口，如图 8.2.18 所示。

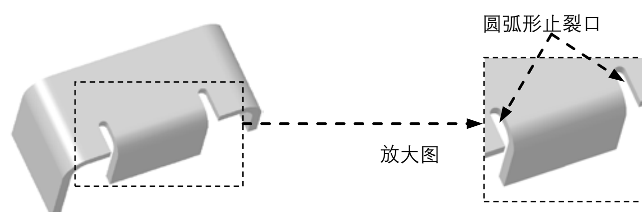


图 8.2.18 圆弧形止裂口

方式三：无止裂口。

在附加钣金壁的连接处，通过垂直切割主壁材料至折弯线处，如图 8.2.19 所示。

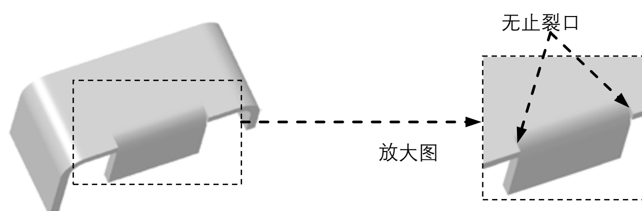


图 8.2.19 无止裂口

下面以图 8.2.20 所示的模型为例，介绍创建止裂口的过程。

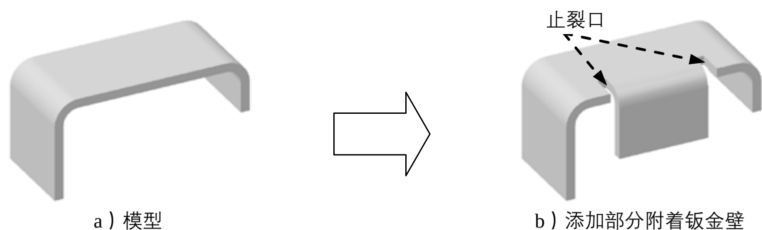


图 8.2.20 止裂口

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.02.02\ sm_flange_relief.prt。

步骤 02 选择特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

步骤 03 选取线性边。在系统 选择线性边 的提示下，选取图 8.2.21 所示的模型边线为线性边，此时系统显示图 8.2.22 所示的折弯方向。

步骤 04 定义宽度。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 在中心，然后在 宽度 文本框中输入值 25。

步骤 05 定义弯边属性。在 弯边属性 区域的 长度 文本框中输入值 20；在 角度 文本框中输入值 90；在 参考长度 下拉列表中选择 内部，在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

步骤 06 定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入值 0；在 折弯参数 区域中取消选中 使用全局值 复选框，然后在 折弯半径 文本框中输入值 3；在 让位槽 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 无。



这里选中了“使用全局值”复选框。说明止裂口的尺寸在 NX 首选项中已经进行了设置。

步骤 07 在“弯边”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

步骤 08 保存零件模型。

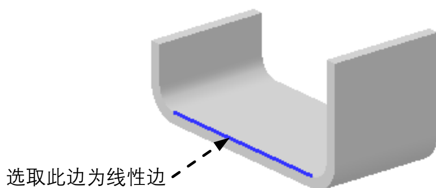


图 8.2.21 定义线性边

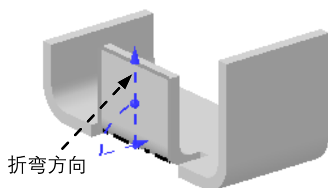


图 8.2.22 显示折弯方向

3. 编辑弯边特征的轮廓

当用户在创建弯边特征时，在“弯边”对话框中的“草绘”按钮为灰色，说明不能对其轮廓进行编辑。只有在进行编辑定义已创建的弯边特征时，系统弹出的“弯边”对话框中“草绘”按钮才会变亮。单击该按钮，用户可以自由定义弯边的正面形状。在绘制弯边正面形状截面草图时，系统会默认附着边的两个端点为截面草图的参照，用户还可选取任意线性边为截面草图的参照，草图的起点与终点都需位于线性边上（即与线性边对齐），截面草图应为开放形式（即不需在附着边上创建草绘线以封闭草图）。下面以图 8.2.23 为例，说明编辑弯边钣金壁轮廓的一般过程。

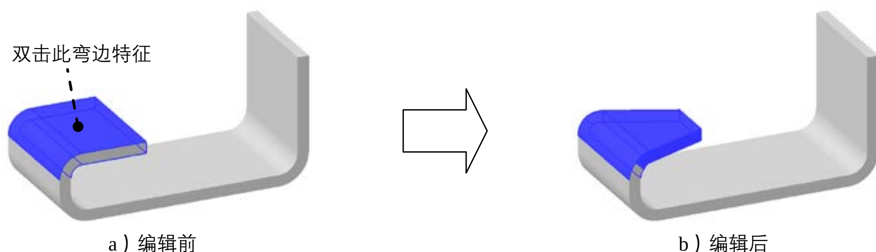


图 8.2.23 编辑弯边钣金壁的轮廓

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.02.02\ sm_flange_02.prt。

步骤 02 双击图 8.2.23 所示的弯边特征，在弹出的“弯边”对话框中单击 截面 区域下的按钮，修改后的弯边截面草图如图 8.2.24 所示。

步骤 03 在“弯边”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

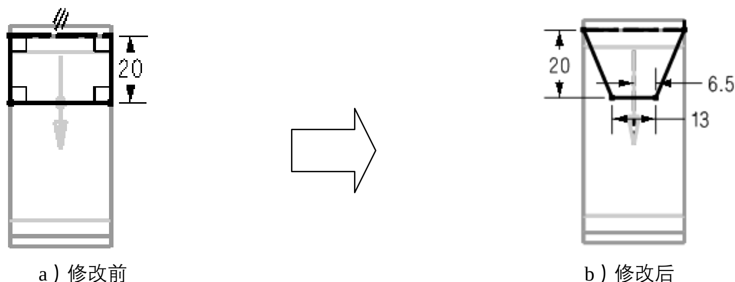


图 8.2.24 弯边截面草图

8.2.3 法向除料

法向除料是沿着钣金件表面的法向，以一组连续的曲线作为裁剪的轮廓线进行裁剪。法向除料与实体拉伸切除都是在钣金件上切除材料。当草图平面与钣金面平行时，二者没有区

别；当草图平面与钣金面不平行时，二者有很大的不同。法向除料的孔是垂直于该模型的侧面去除材料，形成垂直孔，如图 8.2.25a 所示；实体拉伸切除的孔是垂直于草图平面去除材料，形成斜孔，如图 8.2.25b 所示。



a）法向除料　　　　b）实体拉伸切除

图 8.2.25　法向除料与实体拉伸切除的区别

1. 用封闭的轮廓线创建法向除料

下面以图 8.2.26 所示的模型为例，说明用封闭的轮廓线创建法向除料的一般过程。

步骤 01 打开文件 D：\ugsc60\work\ch08.02.03\remove_01。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 剪切(T) → 法向除料(N)... 命令，系统弹出图 8.2.27 所示的"法向除料"对话框。

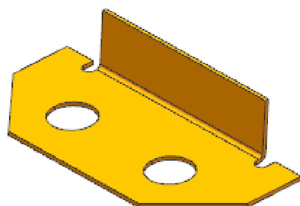


图 8.2.26　法向除料

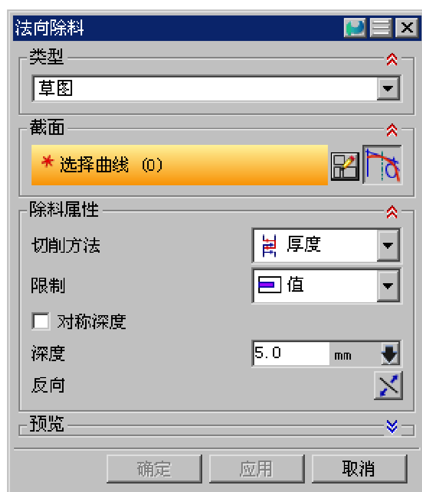


图 8.2.27"法向除料"对话框

步骤 03 绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.2.28 所示的基准平面为草图平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.2.29 值所示的截面草图。

步骤 04 定义除料深度属性。在 切削方法 下拉列表中选择 厚度 选项，然后在 限制 下拉列表中选择 贯通 选项。

步骤 05 在"法向除料"对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

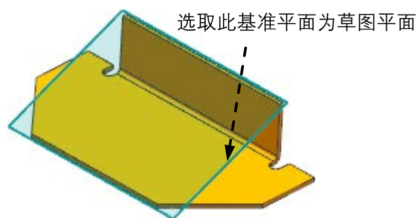


图 8.2.28　选取草图平面

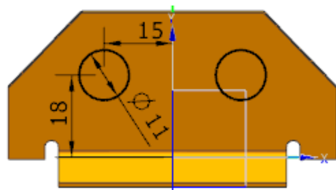


图 8.2.29　截面草图

图 8.2.27 所示的“法向除料”对话框中部分选项的功能说明如下。

- 除料属性 区域包括 切削方法 下拉列表、限制 下拉列表和按钮。
- 切削方法 下拉列表包括 厚度 和 中位平面 选项。
  - 厚度：选取该选项，可在钣金件的表面沿厚度方向进行裁剪。
  - 中位平面：选取该选项，在钣金件的中间面向两侧进行裁剪。
- 限制 下拉列表包括 值、介于、直至下一个 和 贯通 选项。
  - 值：选取该选项，特征将从草图平面开始，按照所输入的数值（即深度值）向特征创建的方向一侧进行拉伸。
  - 介于：选取该选项，草图沿着草图面向两侧进行裁剪。
  - 直至下一个：选取该选项，可去除材料深度从草图开始直到下一个曲面上。
  - 贯通：选取该选项，可去除材料深度贯穿所有曲面。

2 .用开放的轮廓线创建法向除料

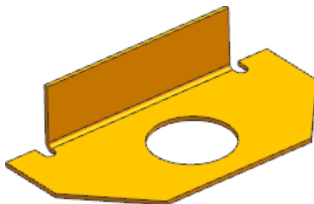
下面以图 8.2.30 所示的模型为例，说明用开放的轮廓线创建法向除料的一般过程。

步骤 01 打开文件 D：\ugsc60\work\ch08.02.03\remove_02。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 剪切(T) ➡ 法向除料(N)... 命令，系统弹出“法向除料”对话框。

步骤 03 绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.2.31 所示的钣金表面为草图平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.2.32 所示的截面草图。

步骤 04 定义除料属性。在 切削方法 下拉列表中选择 厚度 选项，在 限制 下拉列表中选择 贯通 选项。


图 8.2.30　用开放的轮廓线创建法向除料

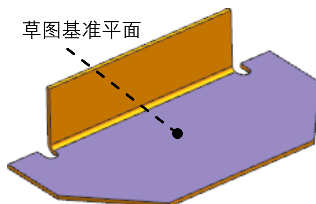


图 8.2.31　选取草图平面

步骤 05 定义除料的方向。接受图 8.2.33 所示的切削方向。

步骤 06 在“法向除料”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

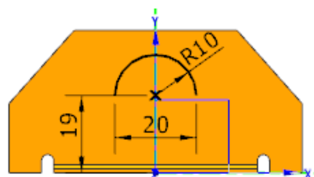


图 8.2.32 截面草图

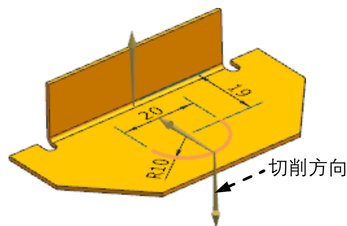


图 8.2.33 定义法向除料的切削方向

8.3 钣金的折弯

8.3.1 钣金折弯

钣金折弯是将钣金的平面区域沿指定的直线弯曲某个角度。

钣金折弯特征包括如下三个要素。

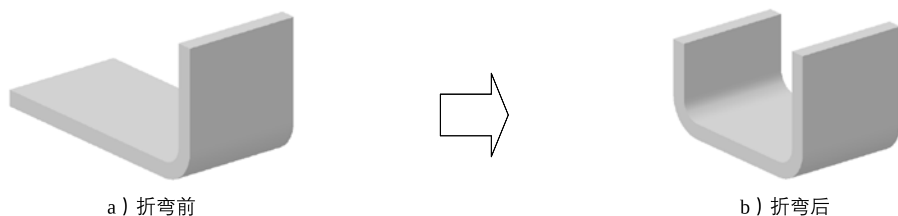
◆ 折弯角度：控制折弯的弯曲程度。

◆ 折弯半径：折弯处的内半径或外半径。

◆ 折弯应用曲线：确定折弯位置和折弯形状的几何线。

1. 钣金折弯的一般操作过程

下面以图 8.3.1 所示的模型为例，说明“折弯”的一般过程。



a）折弯前　　b）折弯后

图 8.3.1 折弯的一般过程

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.03.01\ sm_bend.prt。

步骤 02 选择特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令，系统弹出图 8.3.2 所示的“折弯”对话框。

步骤 03 绘制折弯线。单击按钮，系统弹出“创建草图”对话框，选取图 8.3.3 所示的模型表面为草绘平面，绘制图 8.3.4 所示的折弯线。

步骤 04 定义折弯属性。在“折弯”对话框 折弯属性 区域下的 角度 文本框中输入折弯角度

值 90；在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

步骤 05 定义折弯参数。在 折弯参数 区域中取消选中 □ 使用全局值 复选框，然后在 折弯半径 文本框中输入折弯半径值 5；其他参数采用系统默认设置，折弯方向如图 8.3.5 所示。



在模型中双击图 8.3.5 所示的折弯方向箭头可以改变折弯方向。

步骤 06 在“折弯”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

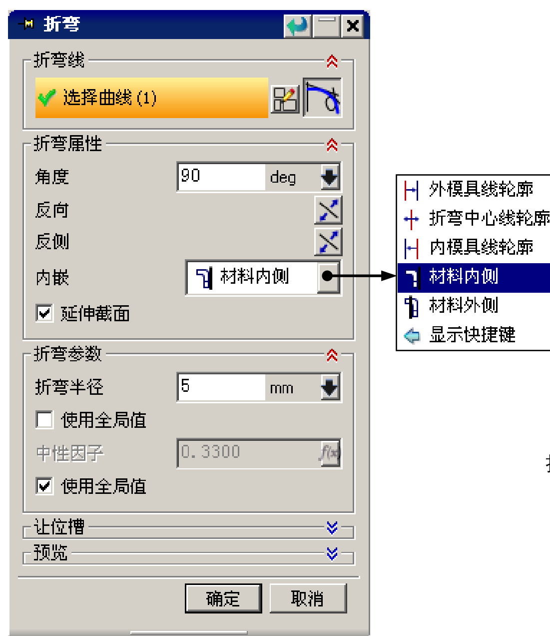


图 8.3.2 “折弯”对话框

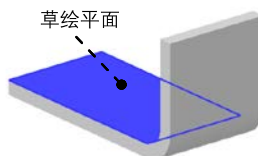


图 8.3.3 草绘平面

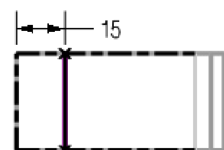


图 8.3.4 绘制折弯线

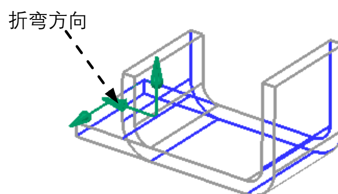


图 8.3.5 折弯方向

图 8.3.2 所示的“折弯”对话框中主要选项的功能说明如下。

◆ 内嵌 下拉列表。

● 外模具线轮廓 选项：在展开状态时，折弯线位于折弯半径的第一相切边缘，如图 8.3.6 所示。

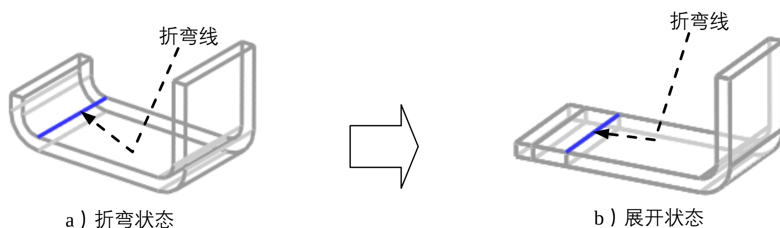


图 8.3.6 外模具线轮廓

- 折弯中心线轮廓选项：在展开状态时，折弯线位于折弯半径的中心，如图 8.3.7 所示。

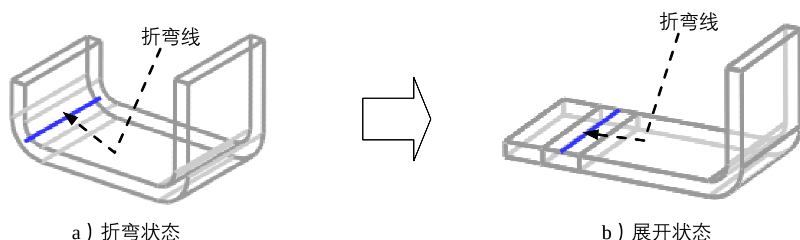


图 8.3.7　折弯中心线轮廓

- 内模具线轮廓选项：在展开状态时，折弯线位于折弯半径的第二相切边缘，如图 8.3.8 所示。

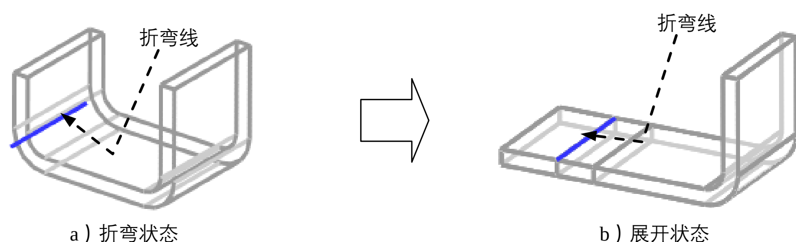


图 8.3.8　内模具线轮廓

- 材料内侧选项：在成形状态下，折弯线位于折弯区域的外侧平面，如图 8.3.9 所示。
- 材料外侧选项：在成形状态下，折弯线位于折弯区域的内侧平面，如图 8.3.10 所示。

◆ 延伸截面：是否将直线轮廓延伸到零件边缘的相交处。

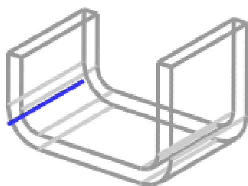


图 8.3.9　材料内侧

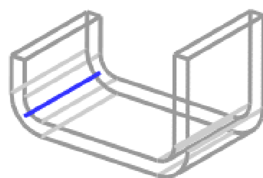


图 8.3.10　材料外侧

◆ 角度：创建折弯特征时可以在此文本框中设置角度值，也可以在图 8.3.11 所示的模型中拖动“角度长锚”动态更改角度值。

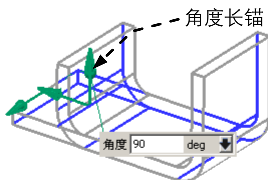


图 8.3.11 设置“角度”

2．在钣金折弯处创建止裂口

在进行折弯时，由于折弯半径的关系，折弯面与固定面可能会产生互相干涉，此时用户可创建止裂口来解决干涉问题。下面以图 8.3.12 为例，介绍在钣金折弯处加止裂口的操作方法。

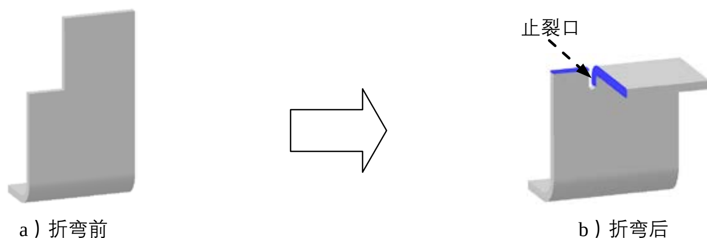


图 8.3.12 折弯时创建止裂口

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.03.01\ sm_bend_relief.prt。

步骤 02 选择特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令，系统弹出“折弯”对话框。

步骤 03 绘制折弯线。单击按钮，系统弹出“创建草图”对话框，选取图 8.3.13 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.3.14 所示的折弯线，最后退出草图环境。

步骤 04 定义折弯属性和参数。在“折弯”对话框 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入折弯角度值 90；在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧；取消选中 延伸截面 复选框；在 折弯参数 区域中取消选中 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入折弯半径值 5，且折弯方向如图 8.3.15 所示，单击“反侧”按钮。

步骤 05 定义折弯止裂口。在 让位槽 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 圆形。

步骤 06 在“折弯”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。



若没有显示所需要的结果，则应重新编辑参数。

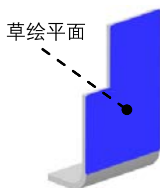


图 8.3.13 草绘平面

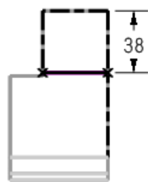


图 8.3.14 绘制折弯线

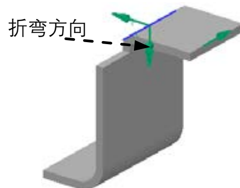


图 8.3.15 折弯方向

8.3.2 钣金转换

实体零件通过创建“壳”特征后，可以创建出壁厚相等的实体零件，若想将此类零件转换成钣金件，则必须使用“转换为钣金”命令。例如，图 8.3.16 所示的实体零件通过抽壳方式转换为薄壁件后，其壁是完全封闭的，通过创建转换特征后，钣金件四周产生了裂缝，这样该钣金件便可顺利展开。

下面以图 8.3.17 所示的模型为例，说明“转换为钣金”的一般创建过程。

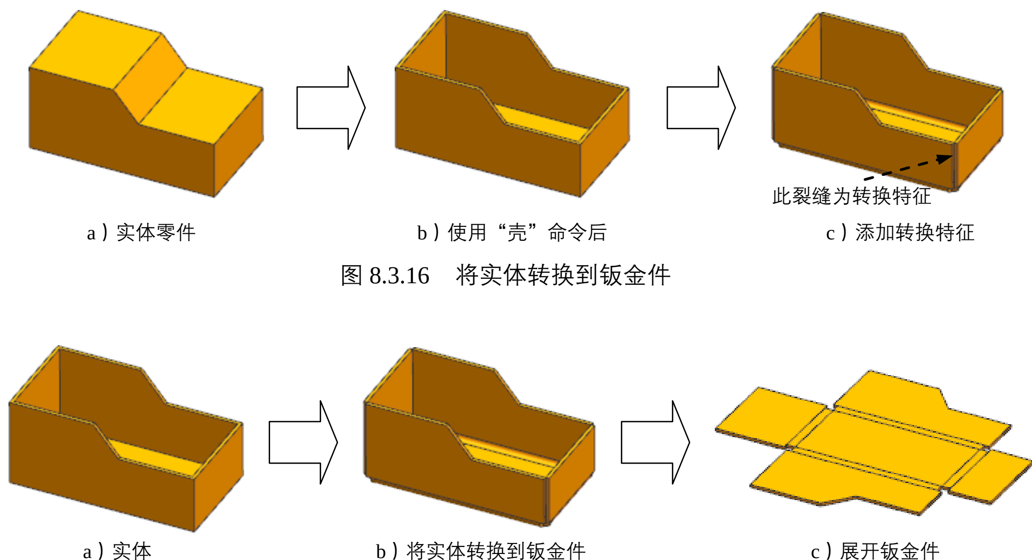


图 8.3.16 将实体转换到钣金件

图 8.3.17 将实体转换到钣金件的一般创建过程

1. 打开一个现有的零件模型，并将实体转换到钣金件

步骤 01 打开文件 D：\ugsc60\work\ch08.03.02\transition.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 转换(V) → 转换为钣金... 命令，系统弹出图 8.3.18 所示的“转换为片体”对话框。

步骤 03 选取基本面。确认“转换为片体”对话框 基本面 区域中的“基本面”按钮被按下，然后在系统 选择基本面 的提示下，选取图 8.3.19 所示的模型表面为基本面。

步骤 04 选取要撕裂的边。确认“转换为片体”对话框 边缘至止口 区域中的“Rip Edges”按钮被按下，然后在系统 请选择要撕裂的边或边的集合。 的提示下，选取图 8.3.20 所示的四条边线为要撕裂的边。

步骤 05 在“转换为片体”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

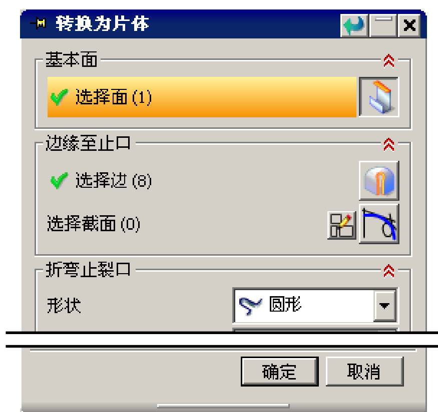


图 8.3.18 “转换为片体”对话框

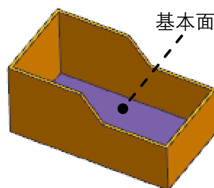


图 8.3.19 选取基本面

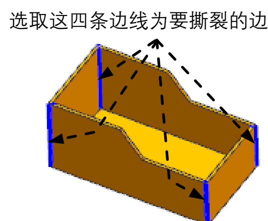


图 8.3.20 选取要撕裂的边

图 8.3.18 所示的“转换为片体”对话框中按钮的功能说明如下。

- （基本面）：在“转换为片体”对话框中此按钮默认被激活，用于选择钣金件的表平面作为固定面（基本面）来创建特征。
- （Rip Edges）：单击此按钮后，用户可以在钣金件模型中选择要撕裂（创建边缘裂口）的边缘。

2. 将转换后的钣金件矫直

步骤 01 选择下拉菜单 插入(S) → 成形(R) ▸ → 矫直(U)... 命令，系统弹出“矫直”对话框。

步骤 02 选取固定面。选取图 8.3.21 所示的表面为展开固定面。

步骤 03 选取折弯。选取图 8.3.22 所示的四个面为折弯。

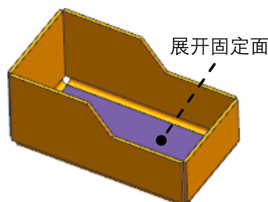


图 8.3.21 选取展开固定面

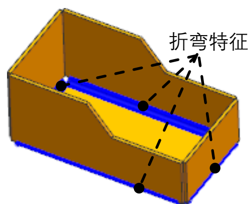


图 8.3.22 选取折弯

步骤 04 在“矫直”对话框中单击< 确定 >按钮，完成特征的创建。

8.4 高级钣金特征

8.4.1 凹坑

凹坑就是指用一组连续的曲线作为轮廓，沿着钣金件表面的法线方向冲出凸起或凹陷的成形特征，如图 8.4.1 所示。



图 8.4.1 钣金的“凹坑”特征

1. 使用封闭截面线创建“凹坑”

下面以图 8.4.2 所示的模型为例，说明用封闭的截面线创建“凹坑”的一般过程。

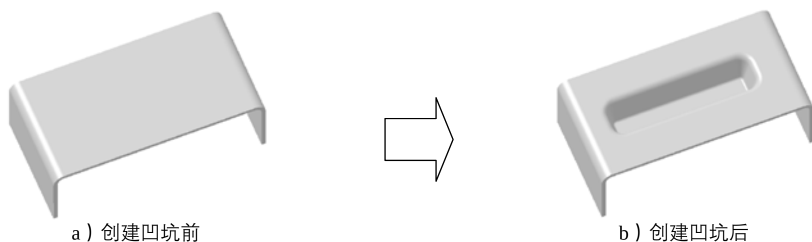


图 8.4.2 用封闭的截面线创建“凹坑”特征

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.04.01\sm_dimple_01.prt。

步骤 02 选择特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 凹坑(M)... 命令，系统弹出图 8.4.3 所示的“凹坑”对话框。

步骤 03 绘制凹坑截面。单击按钮，选取图 8.4.4 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.4.5 所示的凹坑截面草图。

步骤 04 定义凹坑的属性及倒角。

（1）定义凹坑属性。在 凹坑属性 区域的 深度 文本框中输入值 20；在 侧角 文本框中输入值 15；

在 参考深度 下拉列表中选择 内部；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧。

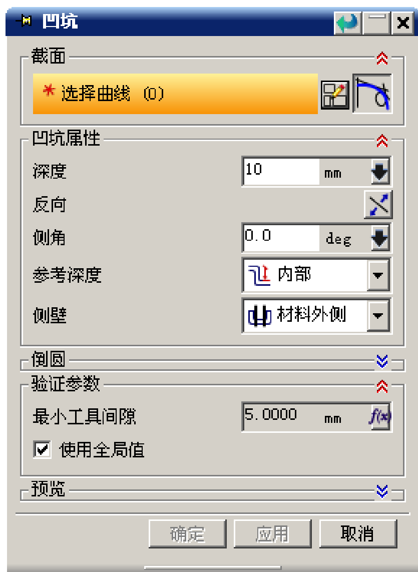


图 8.4.3 “凹坑”对话框

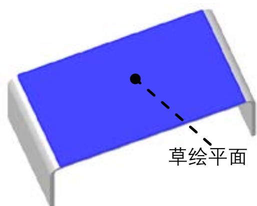


图 8.4.4 选取草绘平面

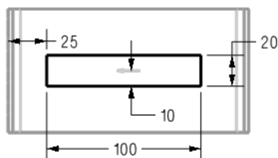


图 8.4.5 凹坑截面草图

（2） 定义倒角。在 倒圆 区域中选中 ☑ 圆形凹坑边 复选框；在 冲头半径 文本框中输入值 2；在 凹模半径 文本框中输入值 2；选中 ☑ 圆形截面拐角 复选框；在 拐角半径 文本框中输入值 2。

（3）单击“凹坑”对话框中的 确定 按钮，完成凹坑特征的创建。



凹坑方向（图 8.4.6）可以通过单击“凹坑”对话框中的按钮来调整。

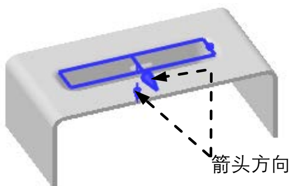


图 8.4.6 凹坑的创建方向

图 8.4.3 所示的“凹坑”对话框中各选项的功能说明如下。

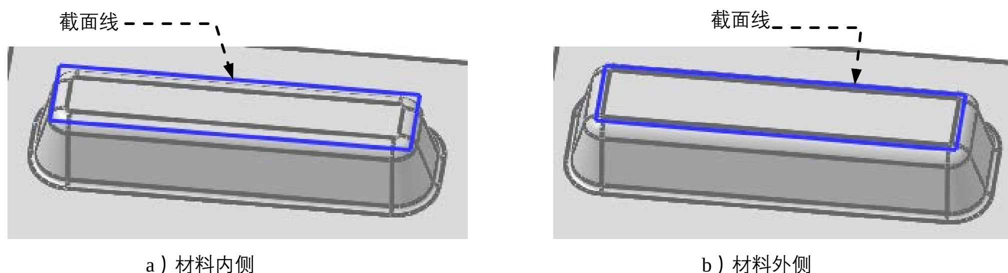
◆ 参考深度 选项组。

- 内部：凹坑的顶面高度距离从截面线的草绘平面开始计算，延伸至总高，再根据材料厚度来偏置距离。

- 外部：凹坑的顶面高度距离从截面线的草绘平面开始计算，延伸至总高。

◆ 侧壁选项组。

- 材料内侧：在截面线的内部生成凹坑，如图 8.4.7a 所示。
- 材料外侧：在截面线的外部生成凹坑，如图 8.4.7b 所示。



a）材料内侧　　b）材料外侧

图 8.4.7　设置“侧壁材料”选项

◆ 深度：从钣金件的放置面到弯边底部的深度距离，如图 8.4.8 所示。

◆ 侧角：设定凹坑在钣金件放置面法向的倾斜角度值。

◆ 倒圆选项组用于设置凹坑的圆角。

- 圆形凹坑边：是否在钣金件的放置面过渡到折弯部分设置倒圆角。
- 冲头半径：是指由截面线生成的成形面和折弯表面的内半径大小，如图 8.4.9 所示。
- 凹模半径：从钣金件的放置面过渡到折弯部分的内侧圆柱面的半径值，如图 8.4.10 所示。

◆ 圆形截面拐角选项组用于设置截面拐角。

- 拐角半径：折弯部分内侧拐角圆柱面的半径值，如图 8.4.11 所示。

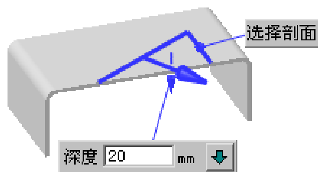


图 8.4.8　设置“深度”

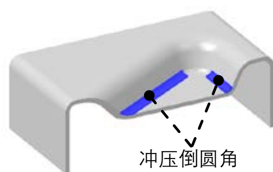


图 8.4.9　设置冲压倒圆角

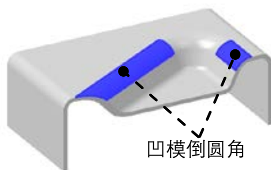


图 8.4.10　设置凹模倒圆角

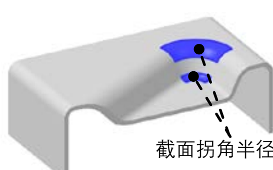


图 8.4.11　设置截面拐角半径

2. 使用开放截面线创建“凹坑”

下面以图 8.4.12 所示的模型为例，说明用开放的截面线创建“凹坑”的一般过程。

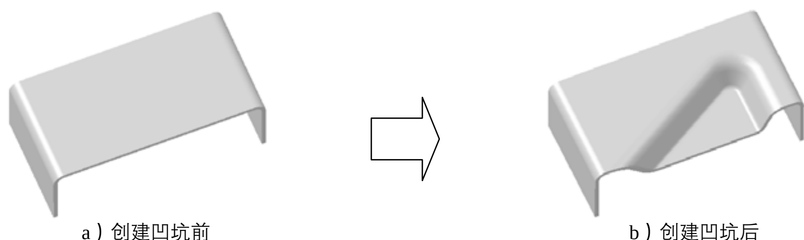


图 8.4.12 用开放的截面线创建“凹坑”特征

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch08.04.01\sm_dimple_02.prt。

步骤 02 选择特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 凹坑(M)... 命令，系统弹出“凹坑”对话框。

步骤 03 绘制凹坑截面。单击按钮，选取图 8.4.13 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.4.14 所示的凹坑截面草图。

步骤 04 定义凹坑的属性及倒角。

（1）定义凹坑属性。在 凹坑属性 区域的 深度 文本框中输入值 20；单击 深度 下面的按钮，接受图 8.4.15 所示的箭头方向为凹坑的创建方向，然后在 侧角 文本框中输入值 25；在 参考深度 下拉列表中选择 内部；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧。



凹坑方向可以通过单击“凹坑”对话框中的按钮来调整，凹坑的创建区域可通过双击箭头来调整。

（2）定义倒角。在 倒圆 区域中选中 ☑ 圆形凹坑边 复选框；在 冲头半径 文本框中输入值 4；在 凹模半径 文本框中输入值 10；选中 ☑ 圆形截面拐角 复选框；在 拐角半径 文本框中输入值 6。

（3）单击“凹坑”对话框中的 确定 按钮，完成凹坑特征的创建。

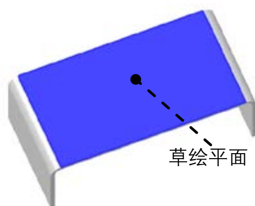


图 8.4.13 选取草绘平面

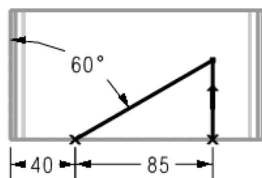


图 8.4.14 凹坑截面草图

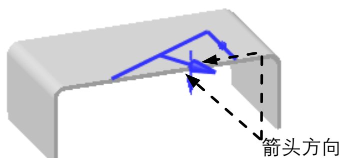


图 8.4.15 凹坑的创建方向

8.4.2 冲压除料

冲压除料就是用一组连续的曲线作为轮廓沿着钣金件表面的法向方向进行裁剪，同时在轮廓线上建立弯边，如图 8.4.16 所示。



冲压除料的成形面的截面线可以是封闭的，也可以是开放的。

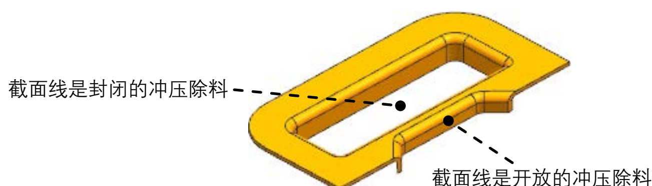


图 8.4.16 钣金的“冲压除料”特征

1. 用封闭的截面线创建“冲压除料”

下面以图 8.4.17 所示的模型为例，说明用封闭的截面线创建“冲压除料”的一般过程。

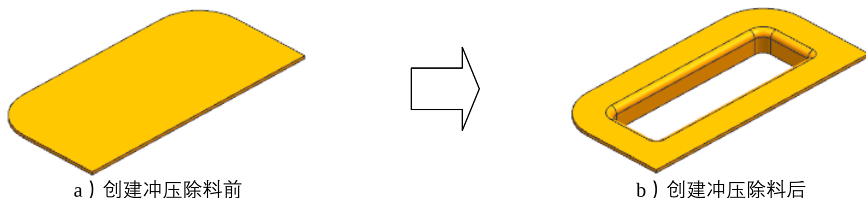


图 8.4.17 用封闭的截面线创建“冲压除料”特征

步骤 01 打开文件 D：\ugsc60\work\ch08.04.02\punching.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) ▸ → 冲压除料(C)... 命令，系统弹出图 8.4.18 所示的“冲压除料”对话框。

步骤 03 绘制冲压除料截面草图。单击按钮，选取图 8.4.19 所示的模型表面为草图平面，单击 确定 按钮，绘制图 8.4.20 所示的截面草图。

步骤 04 定义除料属性。在对话框 除料属性 区域的 深度 文本框中输入数值 7，单击“反向”按钮；在 侧角 文本框中输入数值 0；在 侧壁 下拉列表中选择 材料外侧 选项。

步骤 05 定义倒圆属性。在 倒圆 区域选中 ☑ 圆形除料边 复选框，在 凹模半径 文本框中输入数值 1；选中 ☑ 圆形截面拐角 复选框，在 拐角半径 文本框中输入数值 1。



图 8.4.18 “冲压除料”对话框



要改变箭头方向，可以双击图 8.4.21 所示的箭头。

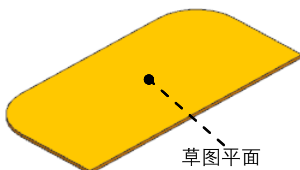


图 8.4.19 选取草图平面

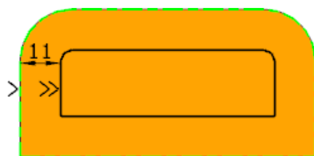


图 8.4.20 截面草图

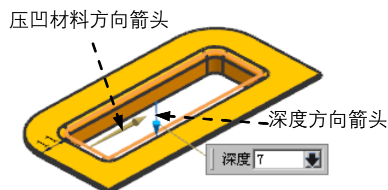


图 8.4.21 “冲压除料”的创建方向

步骤 06 在“冲压除料”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成“冲压除料”特征的创建。

2. 用开放的截面线创建“冲压除料”

下面以上步创建的模型为例，说明用开放的截面线创建图 8.4.22 所示“冲压除料”的一般过程。

步骤 01 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 冲压除料(C)... 命令，系统弹出“冲压除料”对话框。

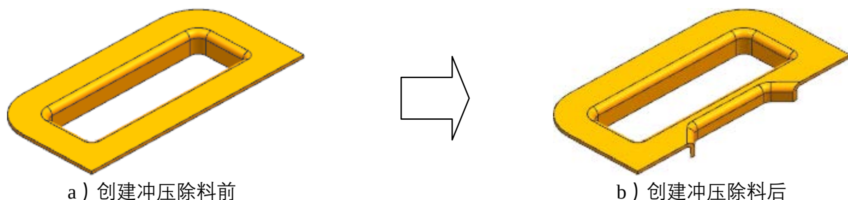


图 8.4.22 用开放的截面线创建“冲压除料”特征

步骤 02 绘制冲压除料截面草图。单击按钮，选取图 8.4.23 所示的模型表面为草图平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.4.24 所示的截面草图。

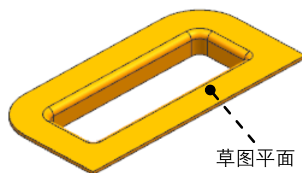


图 8.4.23 选取草图平面

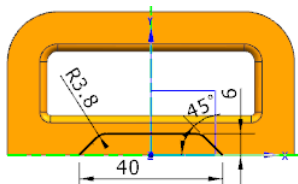


图 8.4.24 截面草图

步骤 03 定义除料属性。在 除料属性 区域的 深度 文本框中输入数值 5，方向如图 8.4.24 所示；在 侧角 文本框中输入数值 0；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧 选项。

步骤 04 定义倒圆属性。在 倒圆 区域选中 ☑ 圆形除料边 复选框，在 凹模半径 文本框中输入数值 1；选中 ☑ 圆形截面拐角 复选框，在 拐角半径 文本框中输入数值 1。

步骤 05 在“冲压除料”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成“冲压除料”特征的创建。

8.5 钣金设计综合应用

8.5.1 钣金设计综合应用一

案例概述:

本案例详细讲解了光驱上盖的设计过程。该设计过程是先创建出基础钣金件，然后使用凹坑、法向除料、冲压等命令创建出如图 8.5.1 所示的钣金件。钣金件模型如图 8.5.1 所示。


图 8.5.1 钣金件模型

步骤 01 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框；在 名称 文本框中输入文件名称 box_top；设置零件模型的单位为“毫米”，然后单击 确定 按钮。

步骤 02 选择下拉菜单 开始 → NX 钣金(H)... 命令，进入钣金环境。

步骤 03 创建图 8.5.2 所示的突出块特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令，系统弹出“标记凸台”对话框。

（2）定义突出块截面。单击按钮，选取 XC-YC 平面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.3 所示的截面草图。

（3）定义厚度属性。厚度方向采用系统默认的矢量方向，在 厚度 文本框中输入厚度值 0.5，然后单击 确定 按钮，完成突出块特征 1 的创建。



图 8.5.2 突出块特征 1

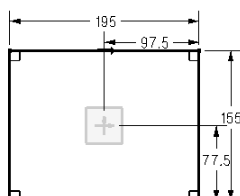


图 8.5.3 截面草图



标记凸台的厚度方向可以通过单击“标记凸台”对话框中的按钮来调整。

步骤 04 创建图 8.5.4 所示的法向除料特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 剪切(T) → 法向除料(N)... 命令，系统弹出“法向除料”对话框。

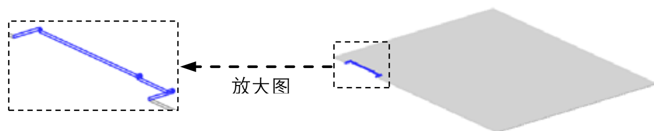


图 8.5.4 法向除料特征 1

（2）绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.5.5 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.6 所示的除料截面草图。

（3）定义除料的深度属性。在 除料属性 区域的 限制 下拉列表中选择 直至下一个。

（4）单击“法向除料”对话框中的 确定 按钮，完成法向除料特征 1 的创建。



要注意修剪的方向，若方向相反，可双击箭头来更改。

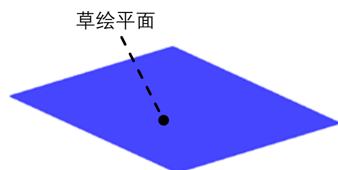


图 8.5.5 草绘平面

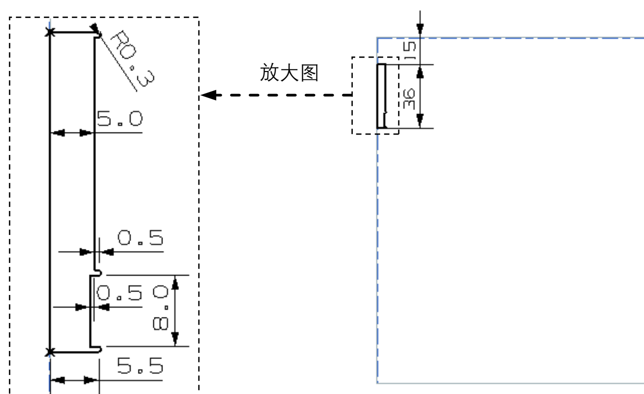


图 8.5.6 截面草图

步骤 05 创建图 8.5.7 所示的法向除料特征 2。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 剪切(T) → 法向除料(N)... 命令，系统弹出“法向除料”对话框。

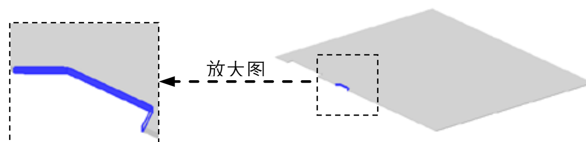


图 8.5.7 法向除料特征 2

(2) 绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.5.5 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.8 所示的除料截面草图。

(3) 定义除料的深度属性。在 除料属性 区域的 限制 下拉列表中选择 直至下一个。单击 确定 按钮，完成法向除料特征 2 的创建。

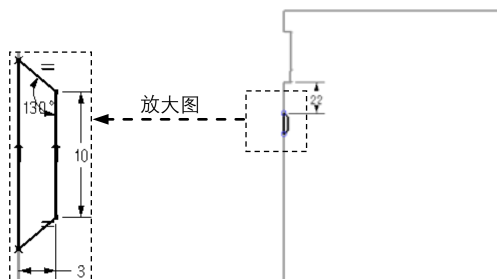


图 8.5.8 截面草图

步骤 06 创建图 8.5.9 所示的法向除料特征 3。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 剪切(T) → 法向除料(N)... 命令

令，系统弹出“法向除料”对话框。

（2）绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.5.5 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.10 所示的除料截面草图。

（3）定义除料的深度属性。在 除料属性 区域的 限制 下拉列表中选择 直至下一个。单击 确定 按钮，完成法向除料特征 3 的创建。

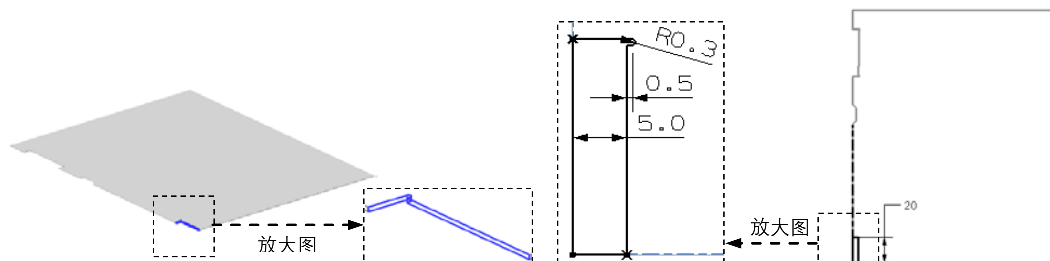


图 8.5.9　法向除料特征 3　　图 8.5.10　截面草图

步骤 07 创建图 8.5.11 所示的折弯特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令，系统弹出“折弯”对话框。

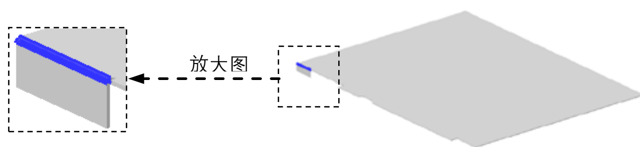


图 8.5.11　折弯特征 1

（2）绘制折弯线。单击按钮，选取图 8.5.12 所示的表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.13 所示的折弯线。

（3）定义折弯属性和参数。在 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入折弯角度值 90，在 内嵌 下拉列表中选择 外模具线轮廓，选中 ☑ 延伸截面 复选框；在 折弯参数 区域中取消选中 ☐ 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入值 0.1，其他接受默认设置。

（4）单击“折弯”对话框中的 确定 按钮，完成折弯特征 1 的创建。

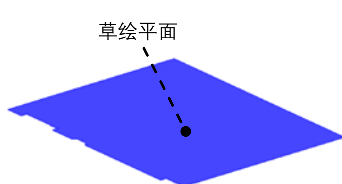


图 8.5.12　草绘平面

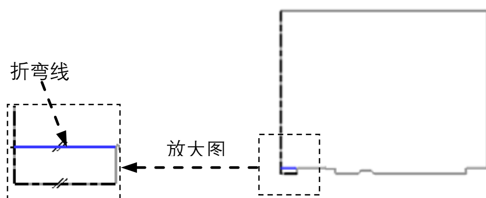


图 8.5.13　截面草图

步骤 08 创建图 8.5.14 所示的折弯特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令，系统弹出“折弯”对话框。

（2）绘制折弯线。单击按钮，选取图 8.5.12 所示的表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.15 所示的折弯线。

（3）定义折弯属性和参数。在 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入折弯角度值 90，在 内嵌 下拉列表中选择 外模具线轮廓，选中 ☑ 延伸截面 复选框；在 折弯参数 区域中取消选中 ☐ 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入值 0.1。单击 确定 按钮，完成折弯特征 2 的创建。

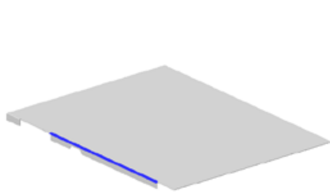


图 8.5.14 折弯特征 2

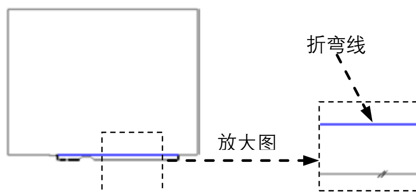


图 8.5.15 截面草图

步骤 09 创建图 8.5.16 所示的法向除料特征 4。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 剪切(T) → 法向除料(N)... 命令，系统弹出“法向除料”对话框。

（2）绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.5.17 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.18 所示的法向除料截面草图。

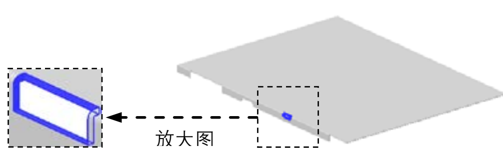


图 8.5.16 法向除料特征 4

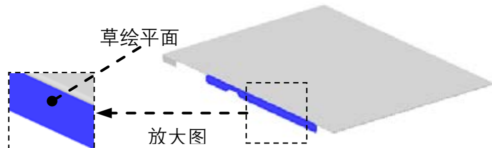


图 8.5.17 草绘平面

（3）定义除料的深度属性。在 除料属性 区域的 限制 下拉列表中选择 值，取消选中 ☐ 对称深度 复选框，并在 深度 文本框中输入值 1。

（4）单击“法向除料”对话框中的 确定 按钮，完成法向除料特征 4 的创建。

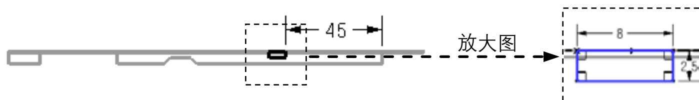


图 8.5.18 除料截面草图

步骤 10 创建图 8.5.19 所示的突出块特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令，弹出“标记凸台”对话框。

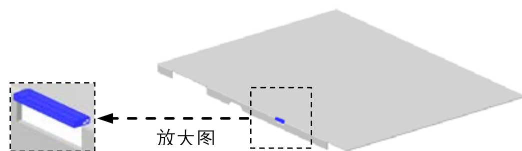


图 8.5.19 突出块特征 2

（2）定义突出块截面。单击按钮，选取图 8.5.20 所示的面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.21 所示的截面草图。

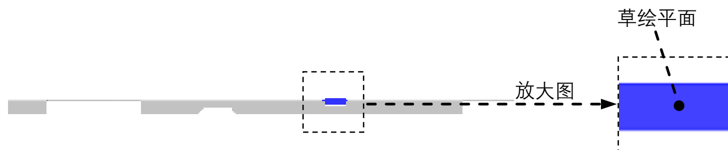


图 8.5.20 草绘平面

（3）定义厚度属性。厚度方向采用系统默认的矢量方向，在 厚度 文本框中输入厚度值 1.5，然后单击 确定 按钮，完成突出块特征 2 的创建。

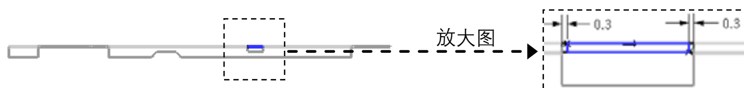


图 8.5.21 截面草图

步骤 11 添加图 8.5.22 所示的镜像特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 镜像特征(M)... 命令，系统弹出图 8.5.23 所示的“镜像特征”对话框。

（2）定义镜像对象。在“镜像特征”对话框中选择图 8.5.23 所示的特征选项，选取 XC-ZC 基准平面为镜像平面，单击 确定 按钮，完成镜像特征 1 的创建。

步骤 12 创建图 8.5.24 所示的弯边特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出 “弯边”对话框。

（2）定义线性边。选取图 8.5.25 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度和弯边属性。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 完整，在 弯边属性 区

域的长度文本框中输入值 5.5，在角度文本框中输入值 90.0；在参考长度下拉列表中选择内部，在内嵌下拉列表中选择材料内侧。

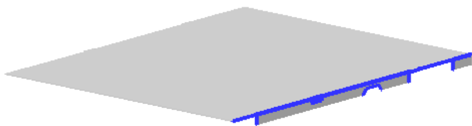


图 8.5.22 镜像特征 1

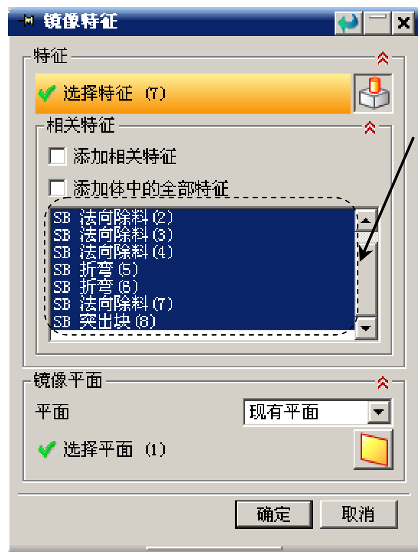


图 8.5.23 “镜像特征”对话框

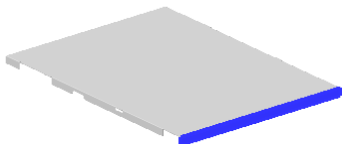


图 8.5.24 弯边特征 1

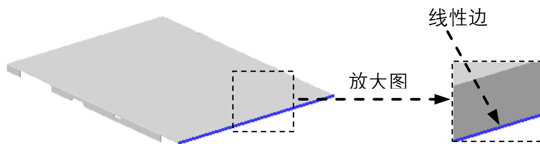


图 8.5.25 定义线性边

（4）定义弯边参数。在偏置区域的偏置文本框中输入值 0.0；在折弯参数区域中取消选中使用全局值复选框，在折弯半径文本框中输入值 0.1。

（5）单击确定按钮，完成弯边特征 1 的创建。

步骤 13 选择下拉菜单开始 → 建模...命令，进入建模环境，系统弹出图 8.5.26 所示的“NX 钣金”对话框，然后单击确定(O)按钮。

步骤 14 创建图 8.5.27 所示的草图 1。选择下拉菜单插入(S) → 草图(S)...命令；选取图 8.5.28 所示的模型表面为草绘平面，绘制图 8.5.27 所示的草图 1。

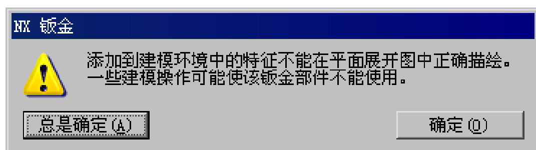


图 8.5.26 “NX 钣金”对话框

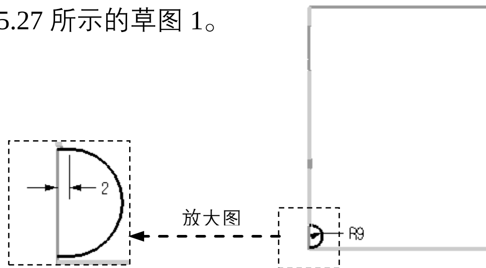


图 8.5.27 草图 1

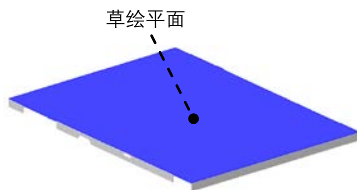


图 8.5.28　草绘平面

步骤 15 创建图 8.5.29 所示的冲压特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 钣金特征(H) → 冲压(P)... 命令，系统弹出“钣金冲压”对话框。

（2）定义冲压放置面。选取图 8.5.28 所示的草绘平面为冲压特征的放置面。

（3）定义放置面轮廓。选取图 8.5.30 所示的草图 1 为放置面轮廓，图 8.5.30 所示的矢量方向为冲压方向。侧面矢量方向如图 8.5.30 所示。

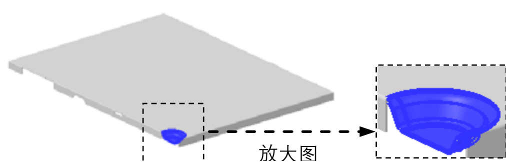


图 8.5.29　冲压特征 1

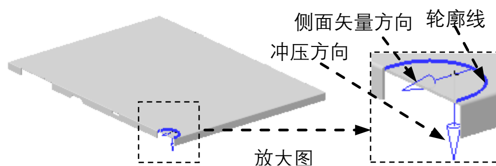


图 8.5.30　定义冲压方向及轮廓

（4）定义参数。在“钣金冲压”对话框的 冲压类型 下拉列表中选择 凸起；在 顶部类型 下拉列表中选择 平的；在 深度 文本框中输入值 4，在 凹模半径 文本框中输入值 2，在 锥角 文本框中输入值 30，在 冲头半径 文本框中输入值 1。

（5）单击“钣金冲压”对话框中的 确定 按钮，完成冲压特征 1 的创建。

步骤 16 创建图 8.5.31 所示的草图 2。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取图 8.5.32 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮；绘制图 8.5.31 所示的草图 2。

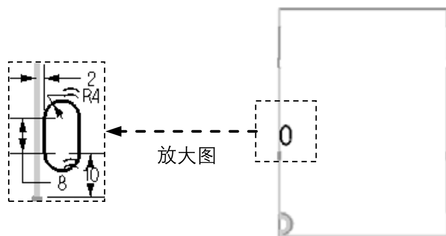


图 8.5.31　草图 2

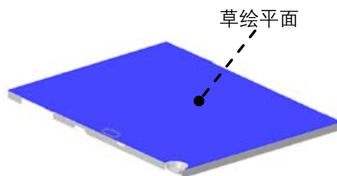


图 8.5.32　草绘平面

步骤 17 创建图 8.5.33 所示的冲压特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 钣金特征(H) → 冲压(P)... 命令，弹

出“钣金冲压”对话框。

（2）定义冲压放置面。选取图 8.5.32 所示的草绘平面为冲压特征的放置面。

（3）定义放置面轮廓。选取图 8.5.34 所示的草图为放置面轮廓，图 8.5.34 所示的矢量方向为冲压方向。

（4）定义参数。在“钣金冲压”对话框的冲压类型下拉列表中选择凸起；在顶部类型下拉列表中选择偏置；在深度文本框中输入值 4，在凹模半径文本框中输入值 2，在锥角文本框中输入值 30，在冲头半径文本框中输入值 1。

（5）定义放置面轮廓。单击 选项 按钮，此时系统弹出“选项”对话框，在放置面轮廓下拉列表中选择外部选项，然后单击 确定 按钮。

（6）单击“钣金冲压”对话框中的 确定 按钮，完成冲压特征 2 的创建。

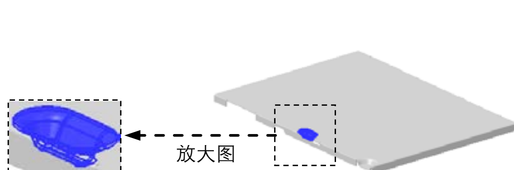


图 8.5.33　冲压特征 2

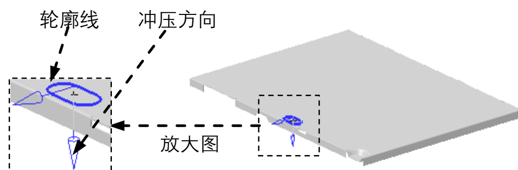


图 8.5.34　定义冲压方向及轮廓

步骤 18 创建图 8.5.35 所示的草图 3。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取图 8.5.36 所示的模型表面为草绘平面，绘制图 8.5.35 所示的草图 3。

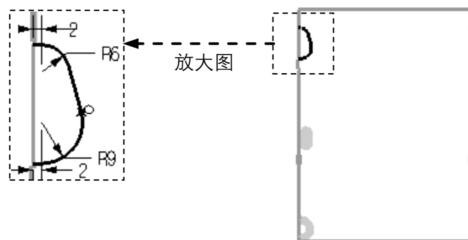


图 8.5.35　草图 3

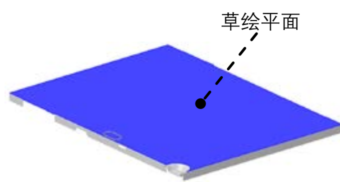


图 8.5.36　草绘平面

步骤 19 创建图 8.5.37 所示的冲压特征 3。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 钣金特征(H) → 冲压(P)... 命令，系统弹出“钣金冲压”对话框。

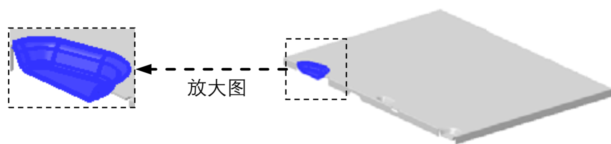


图 8.5.37　冲压特征 3

（2）定义冲压放置面。选取图 8.5.36 所示的草绘平面为冲压特征的放置面。

（3）定义放置面轮廓。选取图 8.5.38 所示的草图为放置面轮廓，图 8.5.38 所示的矢量方向为冲压方向。

（4）定义参数。在“钣金冲压”对话框的冲压类型下拉列表中选择凸起；在顶部类型下拉列表中选择偏置；在深度文本框中输入值 4，在凹模半径文本框中输入值 2，在锥角文本框中输入值 30，在冲头半径文本框中输入值 1。单击确定按钮，完成冲压特征 3 的创建。

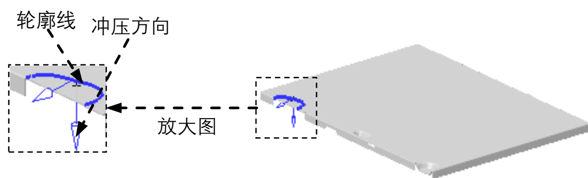


图 8.5.38　定义冲压方向及轮廓

步骤 20　创建图 8.5.39 所示的拉伸特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

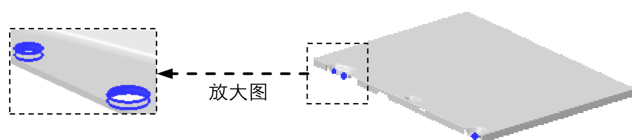


图 8.5.39　拉伸特征 1

（2）定义拉伸截面。单击“绘制截面”按钮，选取图 8.5.40 所示的平面为草绘平面，绘制图 8.5.41 所示的截面草图。

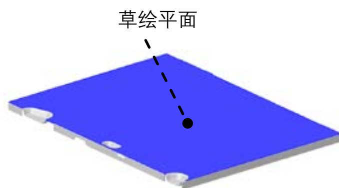


图 8.5.40　定义草绘平面

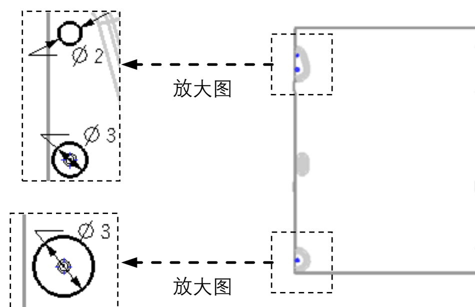


图 8.5.41　截面草图

（3）定义拉伸属性。拉伸方向采用系统默认的矢量方向，在“拉伸”对话框的开始下拉列表中选择值，在距离文本框中输入值 0，在结束下拉列表中选择贯通，在布尔区域的布尔

下拉列表中选择 求差，然后单击 确定 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

步骤 21 添加图 8.5.42 所示的镜像特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 镜像特征(M)... 命令，弹出“镜像特征”对话框。

（2）定义镜像对象。在“镜像特征”对话框中选择图 8.5.43 所示的镜像源特征，选取 XC-ZC 基准平面为镜像平面，然后单击 确定 按钮，完成镜像特征 2 的创建。

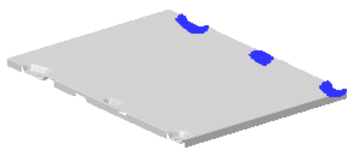


图 8.5.42 镜像特征 2

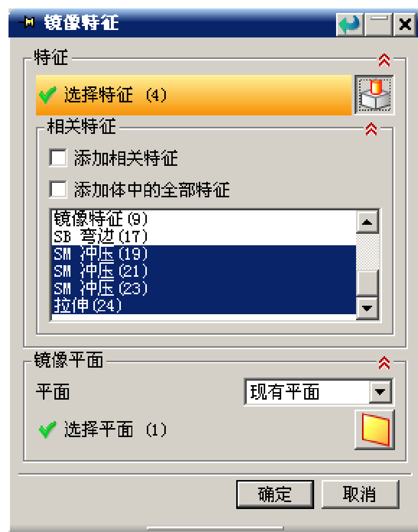


图 8.5.43 “镜像特征”对话框

步骤 22 创建图 8.5.44 所示的草图 4。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取图 8.5.45 所示的模型表面为草绘平面，绘制图 8.5.44 所示的草图 4。

步骤 23 创建图 8.5.46 所示的冲压特征 4。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 钣金特征(H) → 冲压(P)... 命令，系统弹出“钣金冲压”对话框。

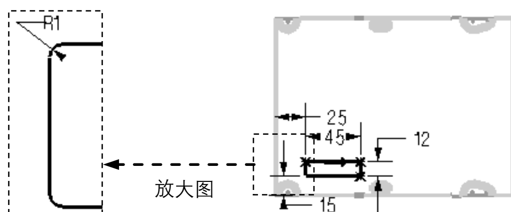


图 8.5.44 草图 4

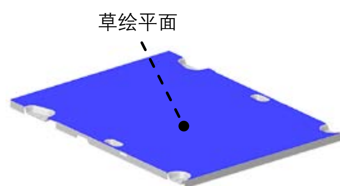


图 8.5.45 定义草绘平面

（2）定义冲压放置面。选取图 8.5.45 所示的草绘平面为冲压特征的放置面。

（3）定义放置面轮廓。选取图 8.5.47 所示的草图为放置面轮廓，图 8.5.47 所示的矢量方向为冲压方向。

（4）定义参数。在“钣金冲压”对话框的冲压类型下拉列表中选择凸起；在顶部类型下拉列表中选择偏置；在深度文本框中输入值 0.5；在凹模半径文本框中输入值 0.2；在锥角文本框中输入值 30；在冲头半径文本框中输入值 0.2。单击确定按钮，完成冲压特征 4 的创建。

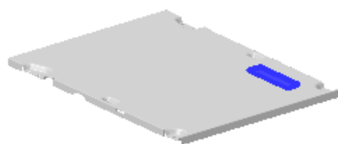


图 8.5.46　冲压特征 4

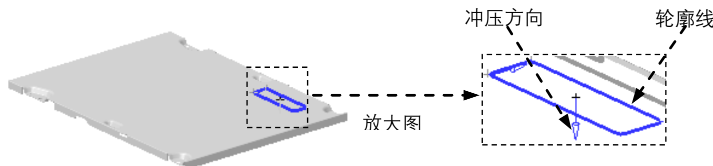


图 8.5.47　定义冲压方向及轮廓

步骤 24 创建图 8.5.48 所示的钣金孔特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(I) → 钣金特征(H) → 孔(H)...命令，系统弹出“钣金孔”对话框。

（2）定义孔的放置位置。此时选择步骤选项组中的“放置面”按钮已处于激活状态，选取图 8.5.49 所示的模型上表面为放置面，此时系统以当前默认值自动生成孔的轮廓，然后单击鼠标中键。

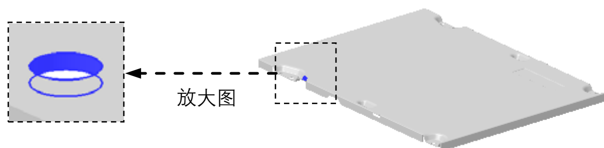


图 8.5.48　钣金孔特征 1

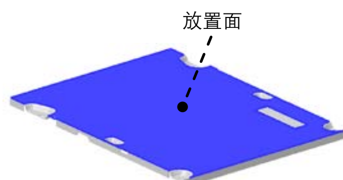


图 8.5.49　定义孔放置面

（3）输入参数。在“孔”对话框的直径文本框中输入值 2。

（4）定义定位尺寸。

① 选取第一定位边。此时选择步骤选项组中的“定位边 1”按钮已处于激活状态，选取图 8.5.50 所示的模型边线为第一定位边，在边缘 1 偏置后面的文本框中输入偏置值 3，然后单击鼠标中键。

② 选取第二定位边。此时选择步骤选项组中的“定位边 2” 按钮已处于激活状态，选取图 8.5.50 所示的模型边线为第二定位边，在边缘 2 偏置后面的文本框中输入偏置值 4，然后单击鼠标中键。

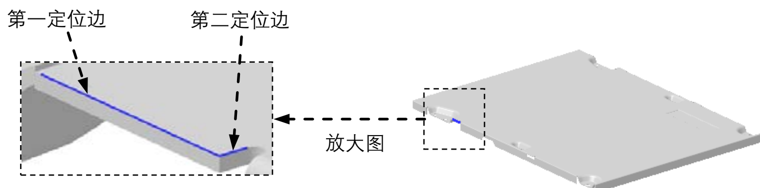


图 8.5.50 孔的参照边

步骤 25 创建图 8.5.51 所示的钣金孔特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(I) → 钣金特征(H) → 孔(H)... 命令，系统弹出“钣金孔”对话框。

（2）定义孔的放置位置。此时 选择步骤 选项组中的“放置面”按钮已处于激活状态，选取图 8.5.52 所示的模型上表面为放置面，此时系统以当前默认值自动生成孔的轮廓。

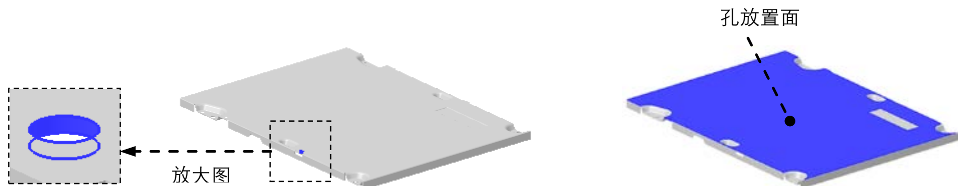


图 8.5.51 钣金孔特征 2　　图 8.5.52 定义孔放置面

（3）输入参数。在“孔”对话框的 直径 文本框中输入值 2。

（4）定义定位尺寸。

① 选取第一定位边。此时 选择步骤 选项组中的“定位边 1”按钮已处于激活状态，选取图 8.5.53 所示的模型边线为第一定位边，在 边缘 1 偏置 后面的文本框中输入偏置值 3，然后单击鼠标中键。

② 选取第二定位边。此时 选择步骤 选项组中的“定位边 2” 按钮已处于激活状态，选取图 8.5.53 所示的模型边线为第二定位边，在 边缘 2 偏置 后面的文本框中输入偏置值-4，然后单击鼠标中键。

步骤 26 添加图 8.5.54 所示的镜像特征 3。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 镜像特征(M)... 命令，系统弹出“镜像特征”对话框。

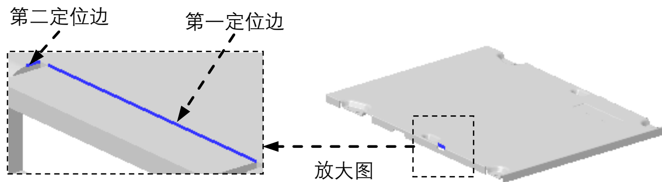


图 8.5.53 孔的参照边

（2）定义复制对象。在“镜像特征”对话框中选择图 8.5.55 所示的镜像源特征，选取 XC-ZC 基准平面为镜像平面。单击 确定 按钮，完成镜像特征 3 的创建。

（3）进入钣金模块。选择 开始 → NX 钣金(H)... 命令，进入钣金环境。

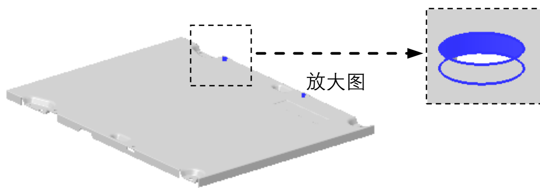


图 8.5.54 镜像特征 3

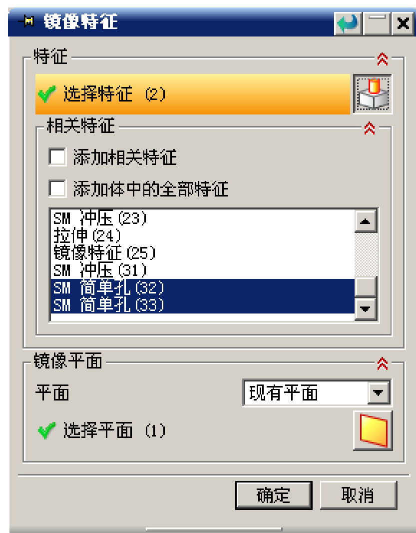


图 8.5.55 “镜像特征”对话框

步骤 27 创建图 8.5.56 所示的弯边特征 2。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

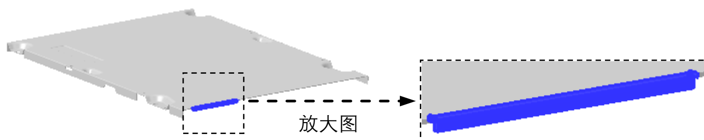


图 8.5.56 弯边特征 2

（2）定义线性边。选取图 8.5.57 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 从两端；在 距离 1 后面的文本框中输入值 102；在 距离 2 后面的文本框中输入值 8。

（4）定义弯边属性。在 弯边属性 区域的 长度 文本框中输入值 1.0，在 角度 文本框中输入值 90.0，在 参考长度 下拉列表中选择 内部，在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

（5）定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入值 0.0；在 折弯参数 区域中取消选中 □ 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入值 0.1；在 让位槽 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 圆形，取消选中 □ 使用全局值 复选框，在 深度 文本框中输入值 0.3，在 宽度 文本框中输入值 0.5。

（6）单击 确定 按钮，完成弯边特征 2 的创建。

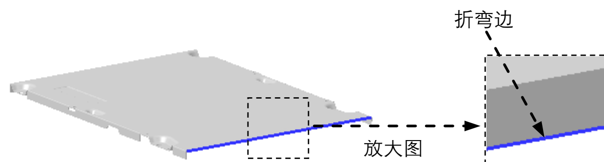


图 8.5.57 弯边的线性边

步骤 28 创建图 8.5.58 所示的弯边特征 3。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

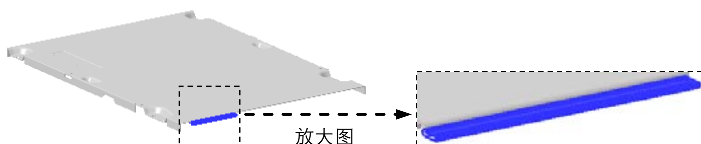


图 8.5.58 弯边特征 3

（2）定义线性边。选取图 8.5.59 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度和弯边属性。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 完整，在 弯边属性 区域的 长度 文本框中输入值 2.0，在 角度 文本框中输入值 90.0，在 参考长度 选项中选择 内部 选项，在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

（4）定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入值 0.0；在 折弯参数 区域中取消选中 □ 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入值 0.1。

（5）单击 确定 按钮，完成弯边特征 3 的创建。

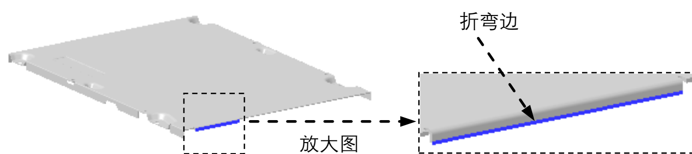


图 8.5.59 定义线性边

步骤 29 创建图 8.5.60 所示的弯边特征 4。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

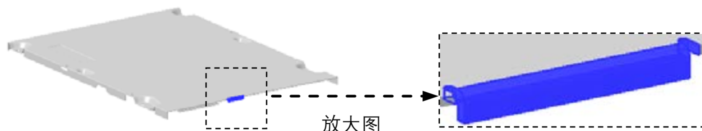


图 8.5.60 弯边特征 4

（2）定义线性边。选取图 8.5.61 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度。在宽度区域的宽度选项下拉列表中选择从两端；在距离 1 后面的文本框中输入值 80；在距离 2 后面的文本框中输入值 9。

（4）定义弯边属性。在弯边属性区域的长度文本框中输入值 1.0，在角度文本框中输入值 90.0，在参考长度下拉列表中选择内部，在内嵌下拉列表中选择材料内侧。

（5）定义弯边参数。在偏置区域的偏置文本框中输入值 0.0；在折弯参数区域中取消选中☐ 使用全局值复选框，在折弯半径文本框中输入值 0.1；在让位槽区域的折弯止裂口下拉列表中选择圆形，取消选中☐ 使用全局值复选框，在深度文本框中输入值 0.3，在宽度文本框中输入值 0.5。

（6）单击确定按钮，完成弯边特征 4 的创建。

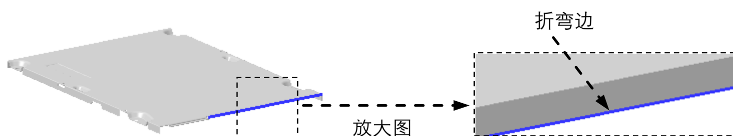


图 8.5.61　定义线性边

步骤 30　创建图 8.5.62 所示的弯边特征 5。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

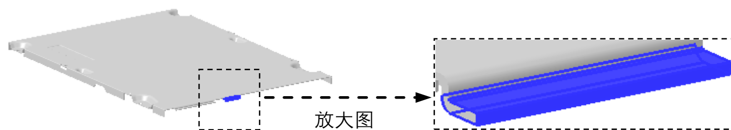


图 8.5.62　弯边特征 5

（2）定义线性边。选取图 8.5.63 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度和弯边属性。在宽度区域的宽度选项下拉列表中选择完整，在弯边属性区域的长度文本框中输入值 2.0，在角度文本框中输入值 90.0，在参考长度选项中选择内部选项，在内嵌下拉列表中选择材料内侧。

（4）定义弯边参数。在偏置区域的偏置文本框中输入值 0.0；在折弯参数区域中取消选中☐ 使用全局值复选框，在折弯半径文本框中输入值 0.1。单击确定按钮，完成弯边特征 5 的创建。

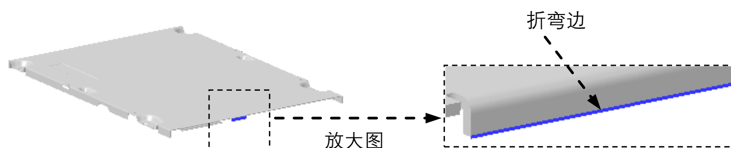


图 8.5.63　定义线性边

步骤 31 创建图 8.5.64 所示的弯边特征 6。

(1)选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

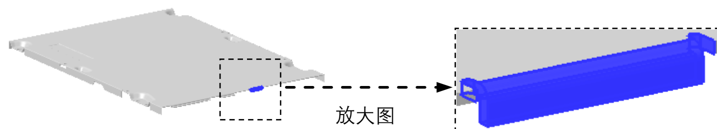


图 8.5.64 弯边特征 6

(2)定义线性边。选取图 8.5.65 所示的模型边线为线性边。

(3)定义宽度。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 从两端；在 距离 1 后面的文本框中输入值 55；在 距离 2 后面的文本框中输入值 15。

(4)定义弯边属性。在 弯边属性 区域的 长度 文本框中输入值 1.0，在 角度 文本框中输入值 90.0，在 参考长度 下拉列表中选择 内部，在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

(5)定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入值 0.0；在 折弯参数 区域中取消选中 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入值 0.1；在 让位槽 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 圆形，取消选中 使用全局值 复选框，在 深度 文本框中输入值 0.3，在 宽度 文本框中输入值 0.5。单击 确定 按钮，完成弯边特征 6 的创建。

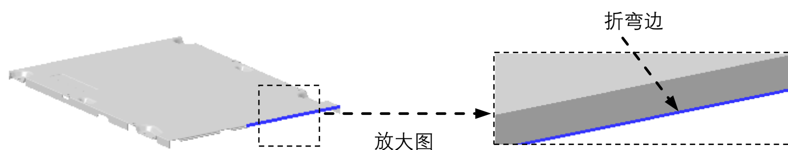


图 8.5.65 定义线性边

步骤 32 创建图 8.5.66 所示的弯边特征 7。

(1)选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

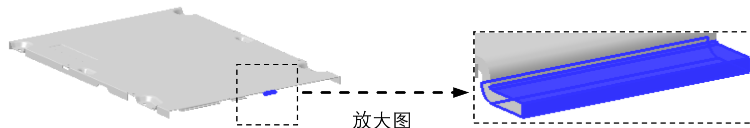


图 8.5.66 弯边特征 7

(2)定义线性边。选取图 8.5.67 所示的模型边线为线性边。

(3)定义宽度和弯边属性。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 完整，在 弯边属性 区

域的长度文本框中输入值 2.0，在角度文本框中输入值 90.0，在参考长度选项中选择内部选项，在内嵌下拉列表中选择材料内侧。

（4）定义弯边参数。在偏置区域的偏置文本框中输入值 0.0；在折弯参数区域中取消选中使用全局值复选框，在折弯半径文本框中输入值 0.1；其他接受系统默认设置。单击确定按钮，完成弯边特征 7 的创建。

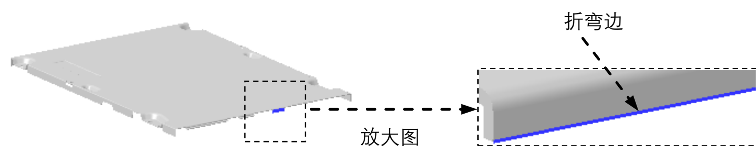


图 8.5.67　定义线性边

步骤 33 创建图 8.5.68 所示的弯边特征 8。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

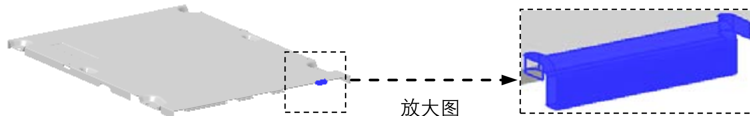


图 8.5.68　弯边特征 8

（2）定义线性边。选取图 8.5.69 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度。在宽度区域的宽度选项下拉列表中选择从两端；在距离 1 后面的文本框中输入值 20；在距离 2 后面的文本框中输入值 28。

（4）定义弯边属性。在弯边属性区域的长度文本框中输入值 1.0，在角度文本框中输入值 90.0，在参考长度下拉列表中选择内部，在内嵌下拉列表中选择材料内侧。

（5）定义弯边参数。在偏置区域的偏置文本框中输入值 0.0；在折弯参数区域中取消选中使用全局值复选框，在折弯半径文本框中输入值 0.1；在让位槽区域的折弯止裂口下拉列表中选择圆形，取消选中使用全局值复选框，在深度文本框中输入值 0.3，在宽度文本框中输入值 0.5。单击确定按钮，完成弯边特征 8 的创建。

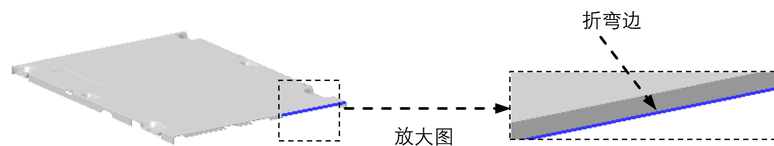


图 8.5.69　定义线性边

步骤 34 创建图 8.5.70 所示的弯边特征 9。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

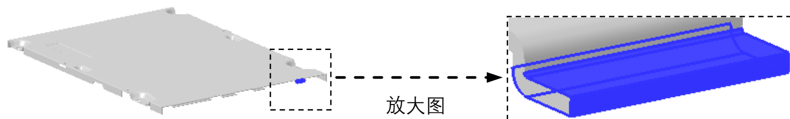


图 8.5.70 弯边特征 9

（2）定义线性边。选取图 8.5.71 所示的模型边线为线性边。

（3）定义宽度和弯边属性。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 完整，在 弯边属性 区域的 长度 文本框中输入值 2.0，在 角度 文本框中输入值 90.0，在 参考长度 选项中选择 内部 选项，在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧。

（4）定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入值 0.0；在 折弯参数 区域中取消选中 使用全局值 复选框，在 折弯半径 文本框中输入值 0.1；其他接受系统默认设置。单击 确定 按钮，完成弯边特征 9 的创建。

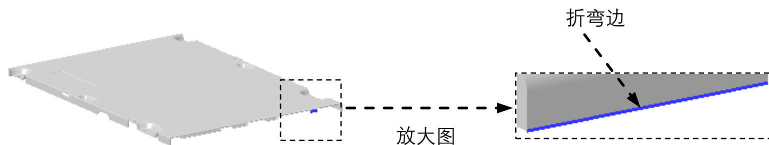


图 8.5.71 定义线性边

步骤 35 创建图 8.5.72 所示的法向除料特征 5。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 剪切(T) → 法向除料(N)... 命令，系统弹出“法向除料”对话框。

（2）绘制除料截面草图。单击 按钮，选取图 8.5.73 所示的模型表面为草绘平面，然后单击 确定 按钮，绘制图 8.5.74 所示的法向除料截面草图。

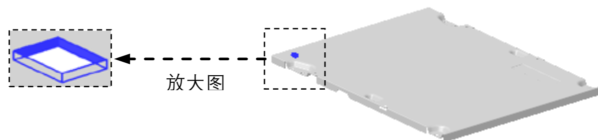


图 8.5.72 法向除料特征 5

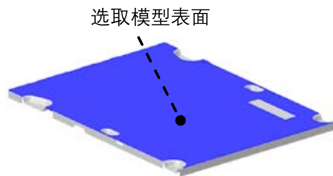


图 8.5.73 定义除料放置面

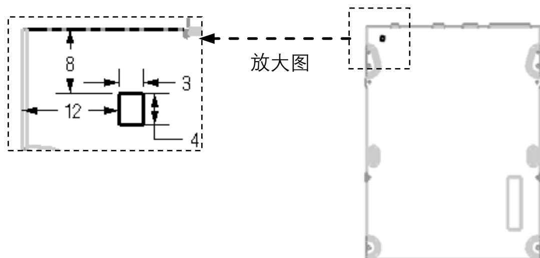


图 8.5.74　截面草图

（3）定义除料的深度属性。在除料属性区域的限制下拉列表中选择直至下一个。

（4）单击“法向除料”对话框中的确定按钮，完成法向除料特征 5 的创建。

步骤 36 创建图 8.5.75 所示的法向除料特征 6。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 剪切(T) ➡ 法向除料(N)...命令，系统弹出“法向除料”对话框。

（2）绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.5.73 所示的模型表面为草绘平面，然后单击确定按钮，绘制图 8.5.76 所示的法向除料截面草图。

（3）定义除料的深度属性。在除料属性区域的限制下拉列表中选择直至下一个。

（4）单击“法向除料”对话框中的确定按钮，完成法向除料特征 6 的创建。

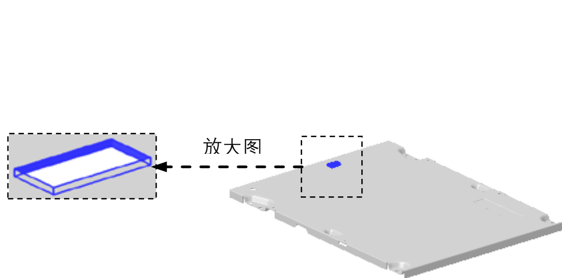


图 8.5.75　法向除料特征 6

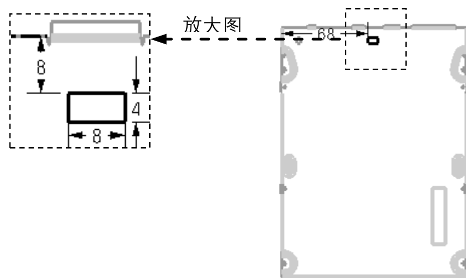


图 8.5.76　截面草图

步骤 37 创建图 8.5.77 所示的法向除料特征 7。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 剪切(T) ➡ 法向除料(N)...命令，系统弹出“法向除料”对话框。

（2）绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 8.5.73 所示的模型表面为草绘平面，然后单击确定按钮，绘制图 8.5.78 所示的法向除料截面草图。

（3）定义除料的深度属性。在除料属性区域的限制下拉列表中选择直至下一个。

（4）单击“法向除料”对话框中的确定按钮，完成法向除料特征 7 的创建。

步骤 38 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

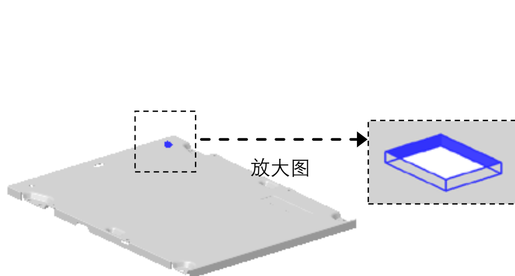


图 8.5.77 法向除料特征 7

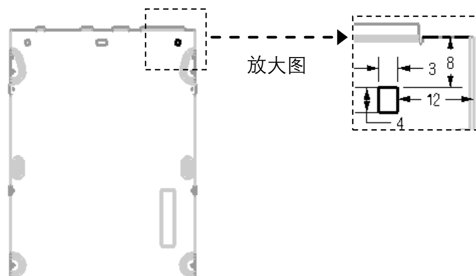


图 8.5.78 截面草图

8.5.2 钣金设计综合应用二

案例概述：

本案例介绍了钣金支架的设计过程：首先创建第一钣金壁特征，然后通过“弯边”命令和“高级弯边”命令创建钣金壁特征。在设计此零件的过程中还创建了钣金壁切除特征。钣金件模型如图 8.5.79 所示。

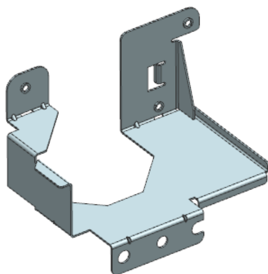


图 8.5.79 钣金支架



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch08.05.02\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch08.05.02\printer_support_01.prt。

8.5.3 钣金设计综合应用三

案例概述：

本案例介绍了钣金板的设计过程：首先创建第一钣金壁特征，然后通过“弯边”命令、“法向除料”和冲压等命令创建了钣金壁特征。钣金板如图 8.5.80 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch08.05.03\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch08.05.03\printer_support_02.prt。

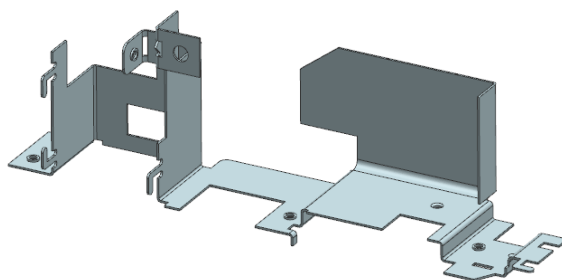


图 8.5.80　钣金板

第 9 章　曲线线框设计

9.1　基本空间曲线

UG 基本曲线的创建包括空间直线、圆弧、圆等规则曲线的创建，以及曲线的倒圆角等操作。下面逐一进行介绍。

1. 空间直线

直线(L)...命令可以根据约束关系的不同创建出不同的直线，下面介绍创建图 9.1.1 所示的空间直线的一般操作过程。

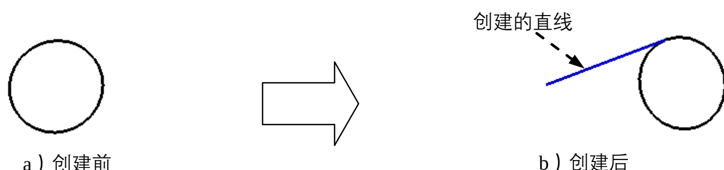


图 9.1.1　创建空间直线

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.01\line.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线(L)... 命令，系统弹出“直线”对话框，如图 9.1.2 所示。

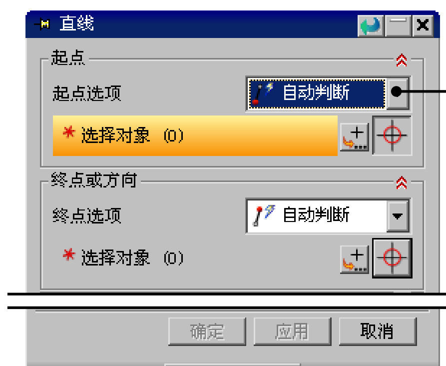


按 F3 键可以将动态文本输入框隐藏，按第二次可以将“直线”对话框隐藏，再按一次则显示“直线”对话框和动态文本输入框。

步骤 03 设置起始点的约束关系和位置。在“直线”对话框 起点 区域的 起点选项 下拉列表中选择 十 点 选项，或者在图形区右击，在系统弹出的图 9.1.3 所示的快捷菜单中选择 十 点 命令。此时系统弹出动态文本输入框，在 XC 、YC 和 ZC 文本框中分别输入值 10、30 和 0（图 9.1.4），并分别按 Enter 键确认。



在系统弹出的动态文本输入框中输入数值时，通过键盘上的 Tab 键来切换，完成数值的输入。



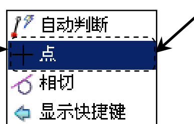




图 9.1.3　快捷菜单

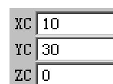
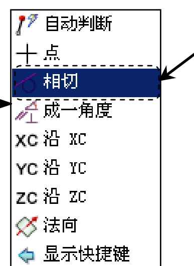


图 9.1.2　“直线”对话框

图 9.1.4　动态文本输入框

步骤 04 设置终点的约束关系和位置。在“直线”对话框 终点或方向 区域的 终点选项 下拉列表中选择 相切 选项（图 9.1.5），或者在图形区右击，在弹出的图 9.1.6 所示的快捷菜单中选择 ✔ 相切 命令，在图形区选取图 9.1.7 所示的曲线 1（即靠近上部的边缘线）。





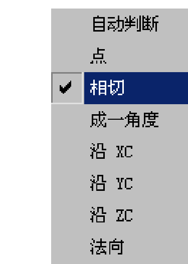


图 9.1.5　“直线”对话框

图 9.1.6　快捷菜单

步骤 05 单击“直线”对话框中的 确定 按钮（或者单击中键），完成直线的创建，如图 9.1.8 所示。

2. 空间圆弧/圆

圆弧/圆 (C)... 命令可以根据约束关系的不同创建出不同的圆弧或圆，下面介绍创建图 9.1.9 所示的空间圆弧/圆的一般操作过程。

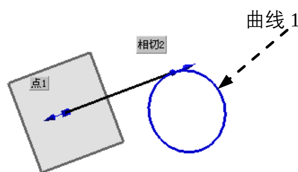


图 9.1.7　选取曲线 1

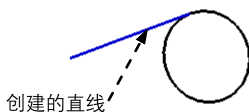


图 9.1.8　创建的直线

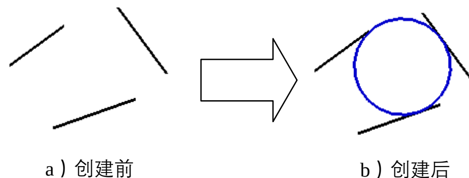


图 9.1.9　圆弧/圆的创建

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.01\circul.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆弧/圆(C)... 命令，系统弹出“圆弧/圆”对话框，如图 9.1.10 所示。

步骤 03 设置起始位置的约束关系。在“圆弧/圆”对话框 起点 区域的 起点选项 下拉列表中选择 相切 选项（图 9.1.10），或者在图形区右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 ✔ 相切 命令，然后选取图 9.1.11 所示的曲线 1。

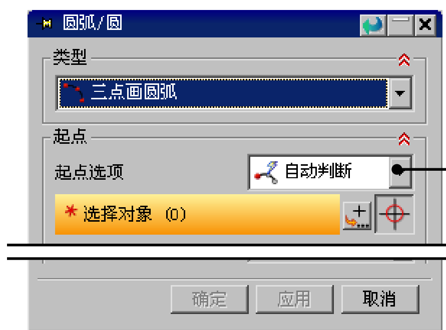


图 9.1.10 “圆弧/圆”对话框

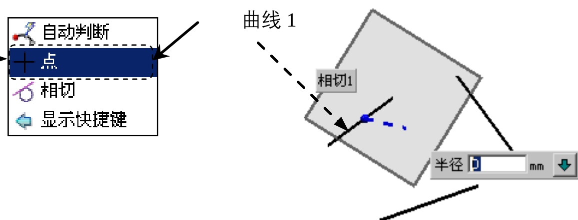


图 9.1.11 选取曲线 1

步骤 04 设置结束位置的约束关系。在“圆弧/圆”对话框 端点 区域的 终点选项 下拉列表中选择 相切 选项（图 9.1.12），或者在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择 ✔ 相切 命令，然后在图形区选取图 9.1.13 所示的曲线 2。

步骤 05 设置中间位置的约束关系。在“圆弧/圆”对话框 中点 区域的 中点选项 下拉列表中选择 相切 选项，或者在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择 ✔ 相切 命令，然后在图形区选取图 9.1.14 所示的曲线 3。

步骤 06 选取备选解。在“圆弧/圆”对话框 设置 区域连续单击“在几个备选解之间切换”按钮，直到出现图 9.1.14 所示的圆弧，在 限制 区域选中 ☑ 整圆 选项，再单击 确定 按钮或者单击中键完成圆的创建。



图 9.1.12 “圆弧/圆”对话框

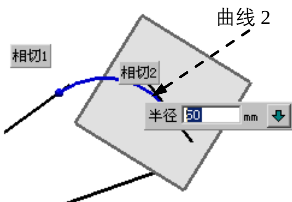


图 9.1.13 选取曲线 2



当选取曲线 3 后，“圆弧/圆”对话框如图 9.1.15 所示。该对话框中的部分选项按钮说明如下。

- 起始限制选项：限制弧的起始位置。
- 终止限制选项：限制弧的终止位置。
- （在几个备选解之间切换）：有多种满足条件的曲线时，可以单击该按钮在这些备选解之间切换。
- （补圆弧）：单击该按钮，图形区中的弧变为它的补弧，如图 9.1.16b 所示。
- ☑ 整圆（整圆）：该选项被选中时，生成的曲线为一个整圆，如图 9.1.16c 所示。

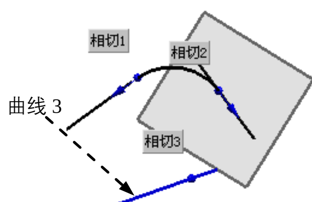


图 9.1.14　选取曲线 3

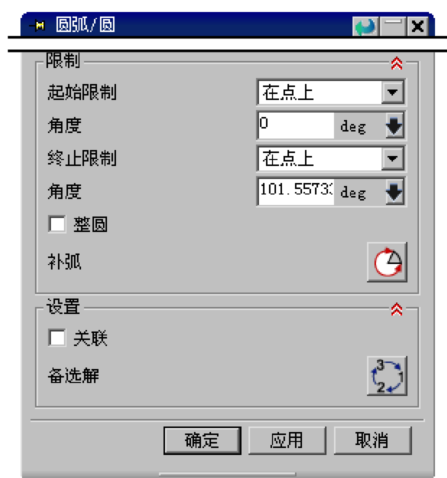
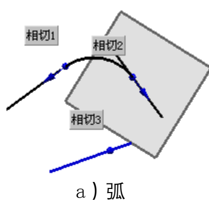
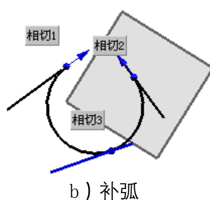


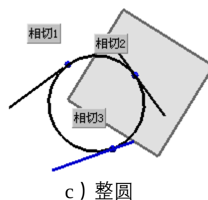
图 9.1.15　“圆弧/圆”对话框



a）弧



b）补弧



c）整圆

图 9.1.16　几种圆弧/圆的比较

9.2 高级空间曲线

在曲面建模中高级空间曲线的使用非常频繁，主要包括螺旋线、样条曲线、二次曲线、规律曲线和文本曲线等。下面分别进行介绍。

9.2.1 样条曲线

下面对样条曲线中的“根据极点”和“通过点”两种方法进行说明，通过下面的两个例子可以观察出两种方法创建的样条曲线——“根据极点”和“通过点”两个命令对曲线形状的控制不同。

方法一：根据极点

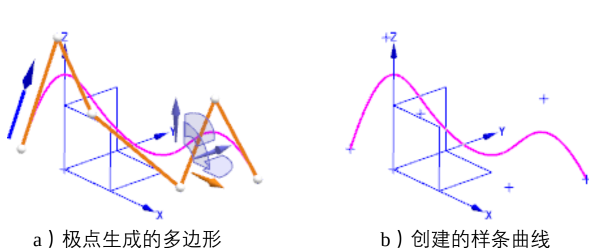
“根据极点”是指样条曲线不通过极点，其形状由极点形成的多边形控制。用户可以对曲线类型、曲线阶次等相关参数进行编辑。下面通过创建图 9.2.1 所示的样条曲线来说明使用“根据极点”命令创建样条曲线的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\ch09.02.01\spline_01.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。

步骤 03 定义方式。在“艺术样条”对话框的 方法 区域中单击“根据极点”按钮。

步骤 04 定义极点。依次选择图 9.2.2 所示的点（点 1、点 2、点 3、点 4、点 5 和点 6，点的顺序不同生，成的曲线形状也不同，如图 9.2.3 所示）。单击 确定 按钮；完成样条曲线的创建。



a）极点生成的多边形　　b）创建的样条曲线

图 9.2.1 使用“根据极点”命令创建样条曲线

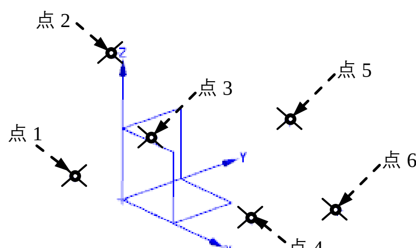


图 9.2.2 定义极点



在本例中点的组合顺序还有多种，在此仅以一种情况来说明选点顺序对样条曲线形状的影响。本例中的极点是通过现有点选取的，同样也可通过输入点的坐标值来确定点的位置。

方法二：通过点

样条曲线的形状除了可以通过极点来控制外，还可以通过样条曲线所通过的点（即样条曲线的定义点）来更精确地控制。下面通过创建图 9.2.4 所示的样条曲线来说明利用“通过点”命令创建样条曲线的一般步骤。

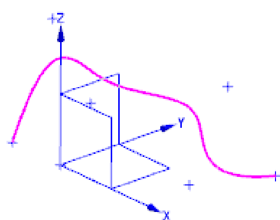


图 9.2.3　选点顺序不同生成的样条

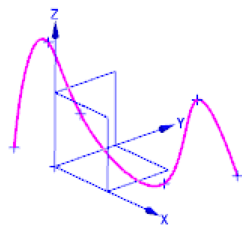


图 9.2.4　使用“通过点”命令创建样条曲线

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.02.01\spline_02.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。

步骤 03 定义方式。在“艺术样条”对话框的 方法 区域中单击“通过点”按钮。

步骤 04 定义点。依次选择图 9.2.5 所示的点（点 1、点 2、点 3、点 4、点 5 和点 6，点的顺序不同，生成的曲线形状也不同，如图 9.2.6 所示）。单击 确定 按钮，完成样条曲线的创建。

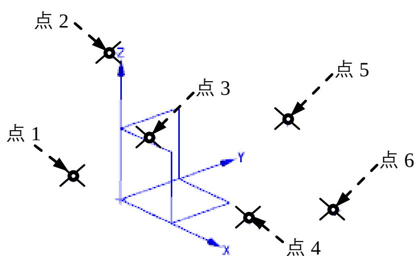


图 9.2.5　定义点

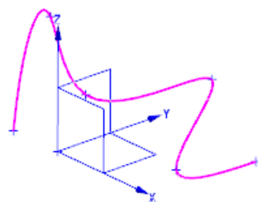


图 9.2.6　选点顺序不同生成的样条

9.2.2 螺旋线

在建模或者造型过程中，螺旋线也常被用到。UG NX 6.0 通过定义圈数、螺距、半径方法、旋转方向和方位等参数来生成螺旋线。创建螺旋线的方式有两种，分别是“输入半径”方式和“使用规律曲线”方式。下面分别对这两种方式进行介绍。

1. 输入半径

创建图 9.2.7 所示螺旋线的一般操作过程如下。

步骤 01 新建三维模型文件，文件名为 helix.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 曲线(C) → 螺旋线(X)...命令，系统弹出“螺旋线”对话框。

步骤 03 设置参数。在“螺旋线”对话框中输入图 9.2.8 所示的参数，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成螺旋线的创建。

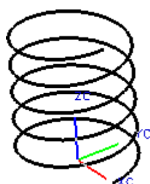


图 9.2.7 螺旋线



图 9.2.8 “螺旋线”对话框



因为本例中使用当前的 WCS 作为螺旋线的方位，使用当前的 XC=0、YC=0 和 ZC=0 作为默认基点，所以在此没有定义方位和基点的操作。

图 9.2.8 所示“螺旋线”对话框中的部分选项说明如下。

- 圈数：该文本框用于输入螺旋线的圈数。
- 螺距：该文本框用于输入螺旋线的螺距。
- 半径方法区域：用于选择螺旋线外形的参数方式。
  - 使用规律曲线：使用规律函数的方式构造螺旋线。
  - 输入半径：使用输入半径的方式构造螺旋线。
- 半径：该文本框在选择 输入半径 单选项情况下有效，用于输入螺旋线的半径。
- 旋转方向区域：用于定义螺旋线的旋向。
  - 右手：选中该选项，创建的螺旋线是右旋的。
  - 左旋：选中该选项，创建的螺旋线是左旋的。

◆ 定义方位：定义螺旋线的轴线方向。
◆ 点构造器：定义螺旋线的基点，即起始中心位置。

2. 使用规律曲线

图 9.2.9 所示的使用规律曲线创建螺旋线的一般操作步骤如下。

步骤 01 新建三维模型文件，文件名为 helix_1.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 螺旋线(X)... 命令，系统弹出“螺旋线”对话框。

步骤 03 在“螺旋线”对话框的 圈数 文本框中输入值 5，在 螺距 文本框中输入值 1，选择 ○ 使用规律曲线 单选项，系统弹出图 9.2.10 所示的“规律函数”对话框。

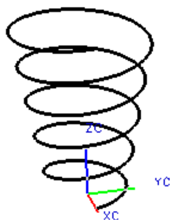


图 9.2.9 使用规律曲线创建的螺旋线

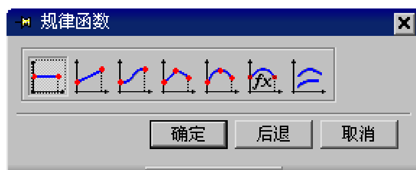


图 9.2.10 “规律函数”对话框

步骤 04 在“规律函数”对话框中单击按钮，在弹出的“规律控制”对话框中输入图 9.2.11 所示的参数，单击 确定 按钮。



图 9.2.11 “规律控制”对话框

步骤 05 系统重新弹出“螺旋线”对话框，单击 确定 按钮，完成螺旋线的创建。

9.2.3 文本曲线

使用 A 文本(T)... 命令，可将本地的 Windows 字体库中的 True Type 字体中的“文本”生成 NX 曲线。无论何时需要文本，都可以将此功能作为部件模型中的一个设计元素使用。在“文本”对话框中，允许用户选择 Windows 字体库中的任何字体，指定字符属性（粗体、斜体、类型、字母）；在“文本”对话框中输入文本字符串，并立即在 NX 部件模型内将字符串转换为几何体。文本将跟踪所选 True Type 字体的形状，并使用线条和样条生成文本字符串的字符外形，并在平面、曲线或曲面上放置生成的几何体。

下面通过创建图 9.2.12 所示的文本曲线来说明创建文本曲线的一般操作步骤。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.02.03\text_line.prt。

步骤 02　选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → A 文本(T)... 命令，系统弹出图 9.2.13 所示的“文本”对话框。在 文本属性 文本框中输入 HELLO 并设置其属性。

步骤 03　在“文本”对话框 类型 区域的下拉列表中选择 在曲线上 选项。

步骤 04　选择图 9.2.14 所示样条曲线作为引导线。

步骤 05　在图 9.2.15 所示“文本”对话框 竖直方向 区域的 定位方法 下拉列表中选择 自然 选项。



图 9.2.12　文本曲线

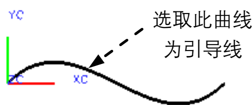


图 9.2.14　文本曲线放置路径

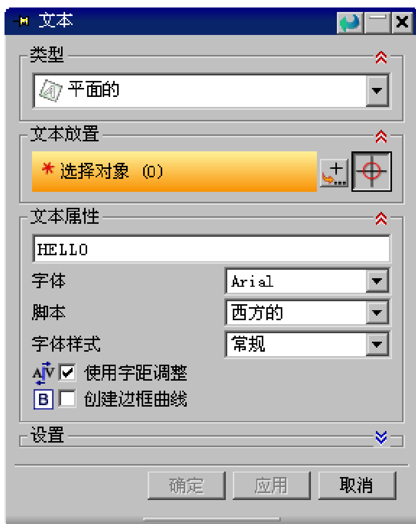


图 9.2.13　“文本”对话框

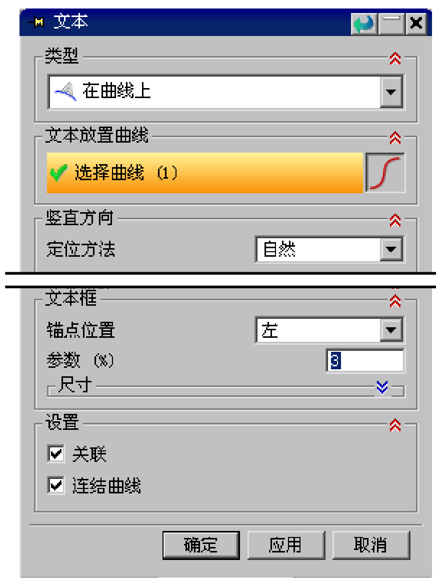


图 9.2.15　“文本”对话框

步骤 06　在“文本”对话框 文本框 区域的 锚点位置 下拉列表中选择 左 选项，并在其下的 参数 文本框中输入值 3。

步骤 07　在“文本”对话框中单击 确定 按钮，完成文本曲线的创建。



如果曲线长度不够放置文本，可对文本的尺寸做相应的调整。

图 9.2.15 所示“文本”对话框中的部分按钮说明如下。

◆ 类型区域：该区域包括平面的选项、在曲线上选项和在面上选项，用于定义放置文本的类型。
  - 平面的：该选项用于在平面上创建文本。
  - 在曲线上：该选项用于沿曲线创建文本。
  - 在面上：该选项用于在一个或多个相连面上创建文本。

◆ 文本放置曲线区域：该区域中的按钮会因在类型区域中选择的按钮不同而变化。例如，在类型区域选择在曲线上选项，则在文本放置曲线区域中出现按钮。
  - （截面）：该按钮用于选取放置文字的曲线。

◆ ☑ 使用字距调整：该复选框用于增大或者减小字符间的间距。如果使用中的字体内置有字距调整的数据，才有可能使用字距调整，但并不是所有的字体都有字距调整的数据。

◆ ☐ 创建边框曲线：该复选框在选中平面的选项时可用，用于在文本四周添加边框。

◆ ☑ 关联选项：选中该复选框，使文本对象相关联，因而它与它的父特征是参数化的。

◆ ☑ 连结曲线选项：选中该选项可以连接所有曲线形成一个环形的样条，因而可大大减少每个文本特征的曲线输出数目。

9.3 来自曲线集的曲线

来自曲线集的曲线是指利用现有的曲线，通过不同的方式而创建的新曲线。在 UG NX 6.0 中，主要是通过插入(S)下拉菜单的来自曲线集的曲线(F) ▸子菜单中选择相应的命令来进行操作。下面分别对镜像、偏置、在面上偏置和投影等方法进行介绍。

9.3.1 镜像曲线

曲线的镜像复制是将源曲线相对于一个平面或基准平面（称为镜像中心平面）进行镜像，从而得到源曲线的一个副本。下面介绍创建图 9.3.1 所示的镜像曲线的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.01\mirror_curves.prt。

步骤 02 选择下拉菜单插入(S) ➞ 来自曲线集的曲线(F) ▸ ➞ 镜像(M)...命令（或在“曲线”工具栏中单击“镜像曲线”按钮），系统弹出“镜像曲线”对话框，如图 9.3.2 所示。

步骤 03 定义镜像曲线。在图形区选取图 9.3.1a 所示的曲线，单击中键确认，此时“镜像曲线”对话框中的* 选择平面 (0)下拉列表被激活。

步骤 04 选取镜像中心平面。在“镜像曲线”对话框的平面下拉列表中选择现有平面选项，在模型中选取图 9.3.1a 所示的平面为镜像平面。

步骤 05 单击确定按钮（或单击中键），完成镜像曲线的创建。

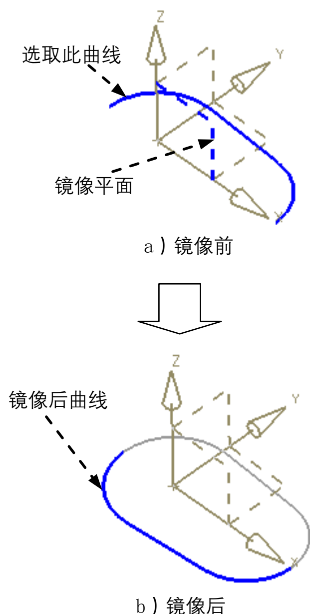


图 9.3.1 镜像曲线

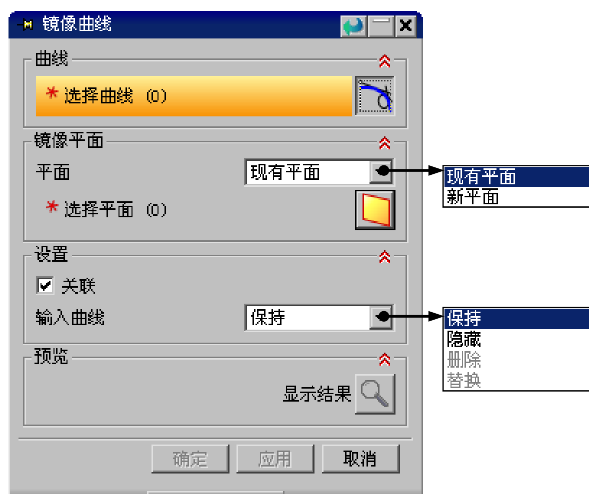


图 9.3.2 “镜像曲线”对话框

9.3.2 偏置曲线

偏置曲线是通过移动选中的基本曲线来创建的。使用下拉菜单插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 偏置(O)...命令可以偏置由直线、圆弧、二次曲线、样条及边缘组成的线串。曲线可以在选中曲线所定义的平面内被偏置，也可以使用拔模方法偏置到一个平行平面上，或者沿着使用3D 轴向方法时指定的矢量进行偏置。下面对距离和草图两种偏置方法分别进行介绍。

1. 距离方式

创建图 9.3.3 所示的通过“距离”方式偏置曲线的一般操作过程如下。

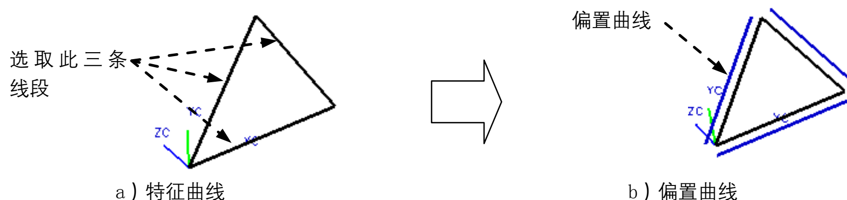


图 9.3.3 偏置曲线的创建

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.02\offset_curve.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 偏置(O)... 命令(或者在"曲线"工具栏中单击"偏置曲线"按钮)，系统弹出图 9.3.4 所示的"偏置曲线"对话框。

步骤 03 定义偏置类型和源曲线。在 类型 区域的下拉列表中选择 距离 选项，选取图 9.3.3a 所示的三条线段。

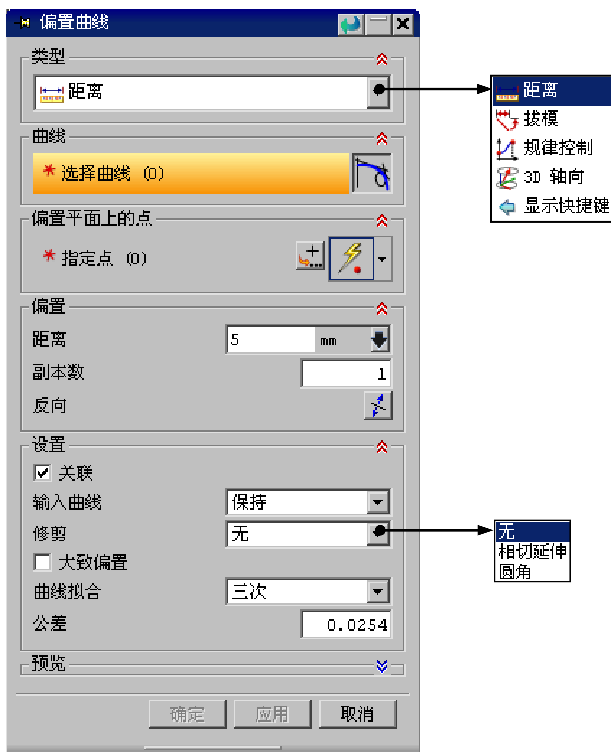


图 9.3.4 "偏置曲线"对话框

图 9.3.4 所示"偏置曲线"对话框中的 类型 和 修剪 (在 设置 区域)下拉列表说明如下。

◆ 类型 下拉列表：用于设置偏置曲线的方式，它包括 距离、拔模、规律控制 和 3D 轴向 四种方式。

- 距离：该方式按给定的偏置距离来偏置曲线。选择该方式后，偏置 区域的 距离 文本框被激活，在 距离 和 副本数 文本框中分别输入偏置距离和产生偏置曲线的数量，并设定好其他参数后即可偏置所选曲线。
- 拔模：选择该方式后，偏置 区域的 高度 和 角度 文本框被激活。拔模高度为源曲线所在平面和偏置后所在平面间的距离；拔模角度是偏置方向与源曲线所在平面的法向的夹角。

- 规律控制：该方式是按规律控制偏置距离来偏置曲线的。
- 3D 轴向：该方式按照三维空间内指定的矢量方向和偏置距离来偏置曲线。用户按照生成矢量的方法选择需要的矢量方向，然后输入需要偏置的距离，就可以生成相应的偏置曲线。

◆ 修剪下拉列表：用于设置偏置曲线的裁剪方式，它包括无、相切延伸和圆角三种方式，在不同裁剪方式下偏置后的曲线如图 9.3.5 所示。

- 无：选择该方式，则偏置后的曲线既不延长相交也不彼此裁剪或倒圆角。
- 相切延伸：选择该方式，则偏置曲线将延长相交或彼此裁剪。
- 圆角：选择该方式后，若偏置曲线的各组成曲线彼此不相连接，则系统以半径值为偏置距离的圆弧，将各组成曲线彼此相邻者的端点两两相连；若偏置曲线的各组成曲线彼此相交，则系统在其交点处裁剪多余部分。

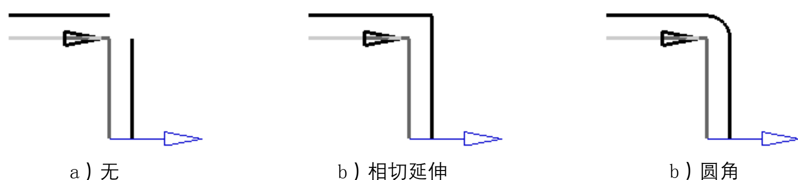


图 9.3.5 裁剪方式示意图

步骤 04 定义偏置距离。在偏置区域的距离文本框中输入值 5，并单击“反向”按钮改变偏置的方向。

步骤 05 定义修剪方式。在设置区域的修剪下拉列表中选择无选项，如图 9.3.5a 所示。

步骤 06 在“偏置曲线”对话框中单击确定按钮，完成偏置曲线的创建。

2. 拔模方式

创建图 9.3.6 所示的通过“拔模方式”偏置曲线的一般操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.02\offset_curve.prt。

步骤 02 选择下拉菜单插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 偏置(O)...命令（或在“曲线”工具栏中单击“偏置曲线”按钮），系统弹出“偏置曲线”对话框。

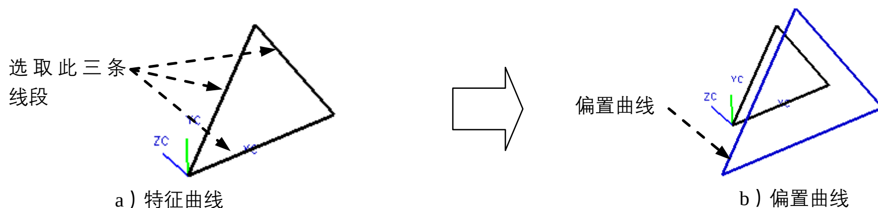


图 9.3.6 偏置曲线的创建

步骤 03 定义偏置类型和源曲线。在类型区域的下拉列表中选择拔模选项，选取图 9.3.6a 所示的三条线段。

步骤 04 定义偏置方向。调整偏置方向，使其偏置后如图 9.3.6b 所示。

步骤 05 定义参数。在高度文本框和角度文本框中分别输入值-20、30。



如果在高度文本框和角度文本框中分别输入值 20、30，结果将如图 9.3.7 所示。

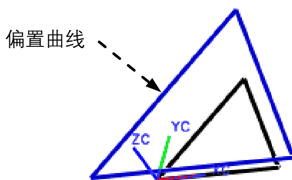


图 9.3.7　偏置曲线 2

步骤 06 定义修剪方式。在设置区域的修剪下拉列表中选择相切延伸选项；其他参数采用系统默认设置值。

步骤 07 在“偏置曲线”对话框中单击确定按钮，完成偏置曲线的创建。

9.3.3　在面上偏置曲线

“在面上偏置”是指通过偏置片体上的曲线或片体边界而创建曲线的方法。下面通过创建图 9.3.8 所示的曲线来说明在“在面上偏置”的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.03\offset_surface.prt。

步骤 02 选择下拉菜单插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 在面上偏置...命令，系统弹出图 9.3.9 所示的“面中的偏置曲线”对话框。

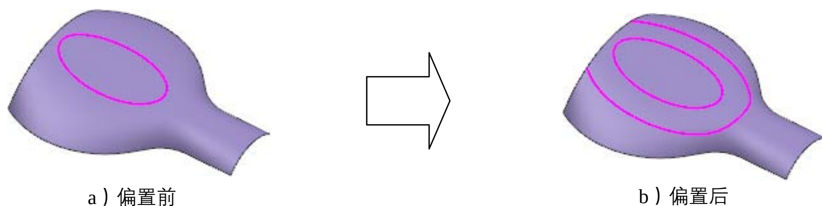


图 9.3.8　创建在面上偏置曲线

步骤 03 选择面上的曲线为偏置对象；在对话框曲线区域的截面线1：偏置1文本框中输入偏置值 13，在面或平面区域选取图 9.3.8a 所示的曲面为参照。

步骤 04 在修剪和延伸偏置曲线区域选中☑ 修剪至面的边和☑ 延伸至面的边两个复选框，单击< 确定 >按钮，完成曲线的偏置。

图 9.3.9 所示的“面中的偏置曲线”对话框中部分选项的功能说明如下。



图 9.3.9 “面中的偏置曲线”对话框

◆ 修剪和延伸偏置曲线区域：此区域包括☑ 修剪到面的边、☑ 延伸至面的边、☑ 在截面内修剪至彼此和☑ 在截面内延伸至彼此四个复选框。

- ☑ 在截面内修剪至彼此：对于偏置的曲线相互之间进行修剪。
- ☑ 在截面内延伸至彼此：对于偏置的曲线相互之间进行延伸。
- ☑ 修剪到面的边：对于偏置曲线裁剪到边缘。
- ☑ 延伸至面的边：对于偏置曲线延伸到曲面边缘。

图 9.3.10 和图 9.3.11 所示分别是取消选中☑ 修剪到面的边和☑ 延伸至面的边复选框得到的曲线。

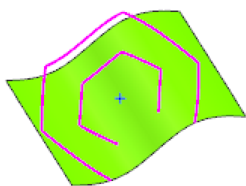


图 9.3.10 取消选中“修剪到面的边”复选框得到的曲线

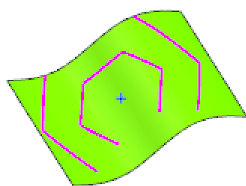


图 9.3.11 取消选中“延伸至面的边”复选框得到的曲线

9.3.4 投影曲线

投影可以将曲线、边缘和点映射到片体、面、平面和基准平面上。投影曲线在孔或面边缘处都要进行修剪，投影之后，可以自动合并输出的曲线。创建图 9.3.12 所示的投影曲线的一般操作过程如下。

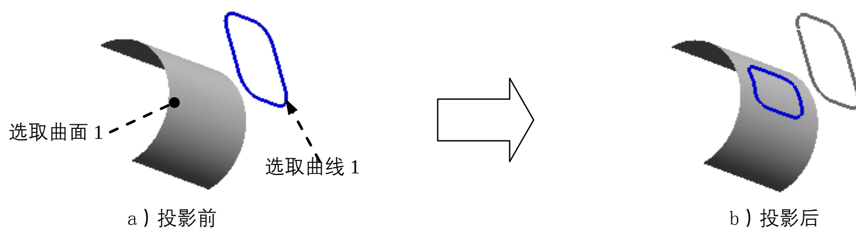


图 9.3.12　投影曲线的创建

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.04\project.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 来自曲线集的曲线(F) ➡ 投影(P)... 命令，系统弹出“投影曲线”对话框，如图 9.3.13 所示。

步骤 03 定义要投影的曲线。在图形区选取图 9.3.12a 所示的曲线 1，然后单击中键确认。

步骤 04 定义投影面。选取图 9.3.12 所示的曲面 1 作为投影曲面。

步骤 05 定义投影方向。在 投影方向 区域的 方向 下拉列表中选择 沿面的法向 选项。

步骤 06 在“投影曲线”对话框中单击 确定 按钮，完成投影曲线的创建。

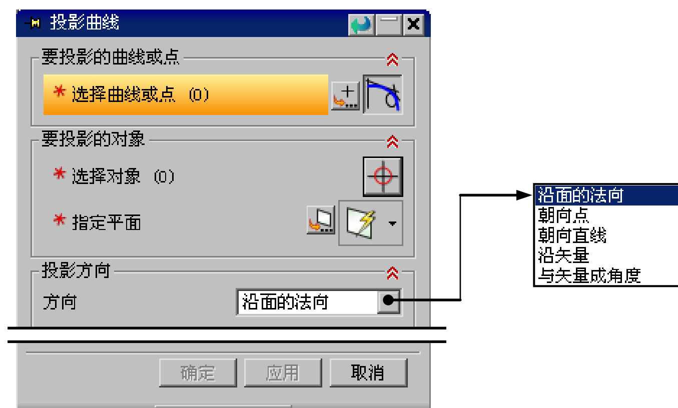


图 9.3.13　“投影曲线”对话框

图 9.3.13 所示“投影曲线”对话框 投影方向 区域的 方向 下拉列表中部分选项的说明如下。

- 沿面的法向：此方式是沿所选投影面的法向，向投影面投影曲线。
- 朝向点：此方式用于从原定义曲线朝着一个点，向选取的投影面投影曲线。
- 朝向直线：此方式用于原定义曲线沿着一条直线，向选取的投影面投影曲线。
- 沿矢量：此方式用于沿设定的矢量方向，向选取的投影面投影曲线。
- 与矢量成角度：此方式用于沿与设定矢量方向成一角度的方向，向选取的投影面投影曲线。

9.3.5 组合投影曲线

组合投影曲线是将两条不同的曲线沿着指定的方向进行投影和组合，而得到的第三条曲线。两条曲线的投影必须相交。在创建过程中，可以指定新曲线是否与输入曲线关联，以及对输入曲线作保留、隐藏等方式的处理。创建图 9.3.14 所示的组合投影曲线的一般过程如下。

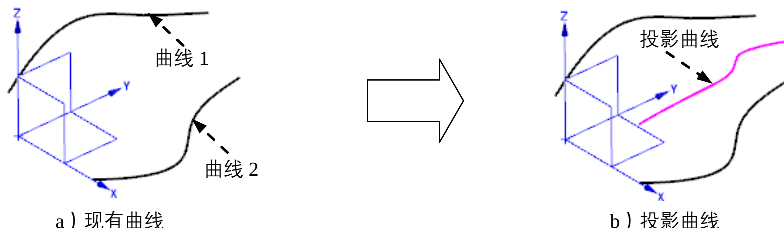


图 9.3.14 组合投影

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.05\com_project.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 组合投影(C)... 命令，系统弹出“组合投影”对话框，如图 9.3.15 所示。

步骤 03 在图形区选取图 9.3.14a 所示的曲线 1 作为第一曲线串，单击鼠标中键确认。

步骤 04 选取图 9.3.14a 所示的曲线 2 作为第二曲线串。

步骤 05 定义投影矢量。在投影方向 1 和投影方向 2 的下拉列表中选择 垂直于曲线平面 选项。

步骤 06 单击 确定 按钮，完成组合投影曲线的创建。

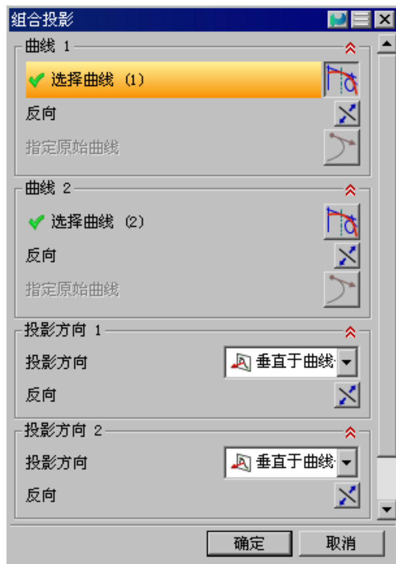


图 9.3.15 “组合投影”对话框

9.3.6 桥接曲线

曲线的桥接用于创建位于两曲线上用户定义点之间的连接曲线。用于桥接的曲线可以是片体或实体的边缘。下面介绍创建图 9.3.16 所示的桥接曲线的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.03.06\bridge_curves.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 桥接(B)... 命令（或在“曲线”工具栏中单击“桥接曲线”按钮），系统弹出“桥接曲线”对话框，如图 9.3.17 所示。

步骤 03 在图形区选取图 9.3.16a 所示的曲线 1，然后选取曲线 2。



要单击靠近图 9.3.16a 所指示的位置。

步骤 04 设置对话框选项。在“桥接曲线”对话框 形状控制 区域的 类型 下拉列表中选择 相切幅值 选项，其他选项均采用系统默认设置。



通过在 形状控制 区域的 开始 和 终点 文本框中输入数值或拖动下面的滑块来调整桥接曲线端点的位置（图形区中显示的图形也会随之改变）。

步骤 05 单击“桥接曲线”对话框中的 应用 或 确定 按钮，完成桥接曲线的创建。

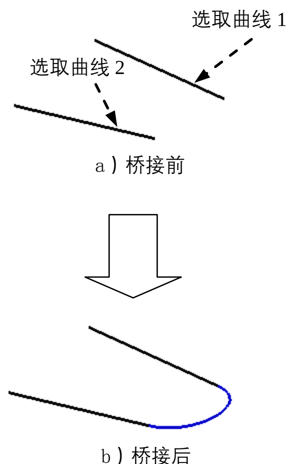


图 9.3.16　创建桥接曲线

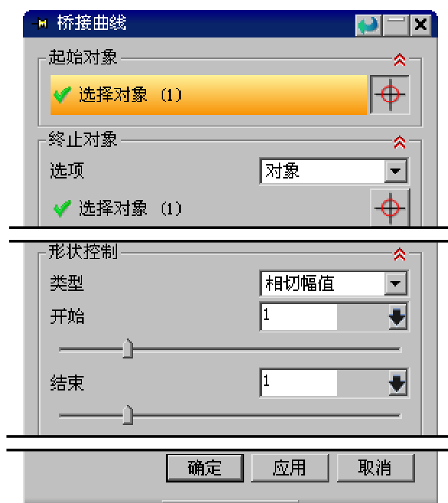


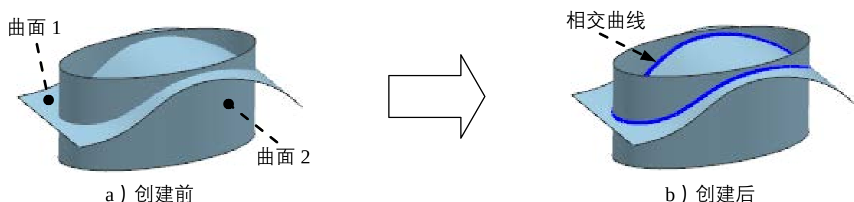
图 9.3.17　“桥接曲线”对话框

9.4　来自体的曲线

来自体的曲线主要是从已有模型的边、相交线等提取出来的曲线，主要类型包括相交曲线、截面线和抽取曲线等。

9.4.1　相交曲线

利用 求交(I)... 命令可以创建两组对象之间的相交曲线。相交曲线可以是关联的或不关联的，关联的相交曲线会根据其定义对象的更改而更新。用户可以选择多个对象来创建相交曲线。下面以图 9.4.1 所示的例子来介绍创建相交曲线的一般过程。



a）创建前　　b）创建后

图 9.4.1　相交曲线的创建

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.04.01\inter_curve.prt。

步骤 02　选择下拉菜单 插入(S) → 来自体的曲线(U) → 求交(I)... 命令，系统弹出“相交曲线”对话框。

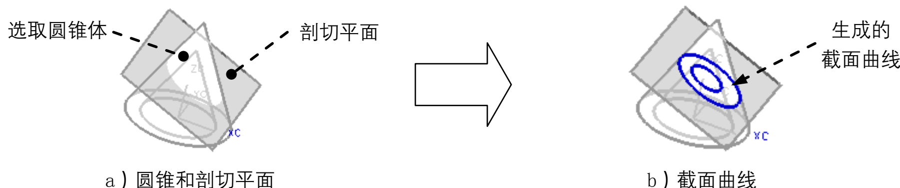
步骤 03　定义相交曲面。在图形区选取图 9.4.1a 所示的曲面 1，单击中键确认，然后选取曲面 2，其他选项均采用默认设置值。

步骤 04　单击“相交曲线”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成相交曲线的创建。

9.4.2　截面曲线

使用 截面(S)... 命令可在指定平面与体、面、平面和（或）曲线之间创建相关联或不相关联的相交曲线。平面与曲线相交可以创建一个或多个点。下面以图 9.4.2 所示的例子来介绍创建截面曲线的一般操作过程。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.04.02\plane_curve.prt。



a）圆锥和剖切平面　　b）截面曲线

图 9.4.2　创建截面曲线

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 来自体的曲线(U) → 截面(S)... 命令，系统弹出图 9.4.3 所示“截面曲线”对话框。

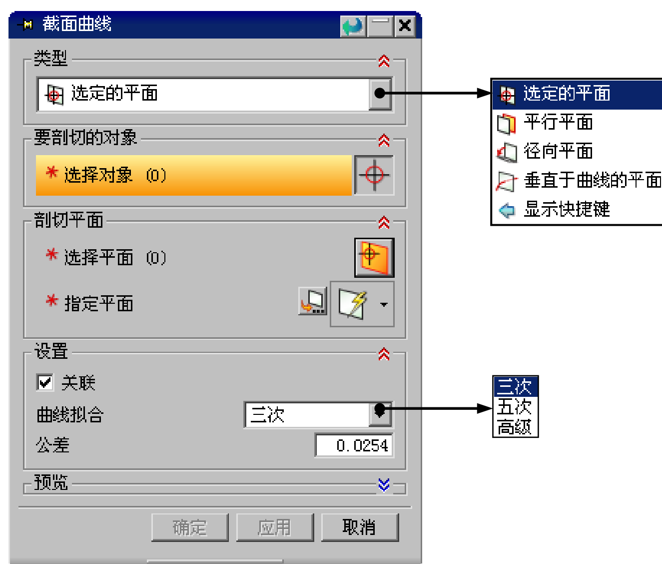


图 9.4.3 “截面曲线”对话框

步骤 03 在图 9.4.4 所示的“选择条”工具条的“类型过滤器”下拉列表中选择 实体 选项，在图形区选取图 9.4.2a 所示的圆锥体（即选择的实体），单击中键。

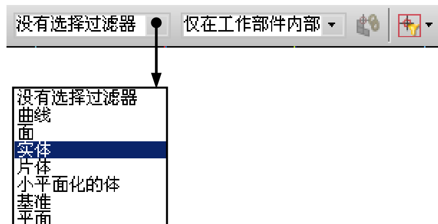


图 9.4.4 设置过滤器

步骤 04 选取图 9.4.2a 所示的剖切平面，其他参数均采用系统默认设置。

步骤 05 单击“截面曲线”对话框中的 确定 按钮，完成截面曲线的创建。

图 9.4.3 所示“截面曲线”对话框中部分选项的说明如下。

◆ 类型 区域：该区域包括“选定的平面” 选定的平面 选项、“平行平面” 平行平面 选项、“径向平面” 径向平面 选项和“垂直于曲线的平面” 垂直于曲线的平面 选项，用于设置创建截面曲线的方法。

● 选定的平面 选项：该方法可以通过选定的单个平面或基准平面来创建截面曲线。

- 平行平面选项：使用该方法可以通过指定平行平面集的基本平面、步长值和起始及终止距离来创建截面曲线。
- 径向平面选项：使用该方法可以指定定义基本平面所需的矢量和点、步长值以及径向平面集的起始角和终止角来创建截面曲线。
- 垂直于曲线的平面选项：该方法允许用户通过指定多个垂直于曲线或边缘的剖截平面来创建截面曲线。

◆ 要剖切的对象区域：在该区域中出现的“要剖切的对象”按钮用于选择将要剖切的对象。

◆ 剖切平面区域：该区域中的按钮会因在类型区域中选择的选项不同而变化。例如，在类型区域中选中选定的平面选项，则在剖切平面区域中出现“选择平面”按钮、* 指定平面下拉列表和“平面构造器”按钮。

- 按钮：该按钮用于选择将要剖切的平面。
- * 指定平面下拉列表：该下拉列表用于选择剖切平面。用户可以选择现有的平面或者基准平面，指定基于 XC-YC、XC-ZC 或 YC-ZC 平面的临时平面。
- 按钮：该按钮用于创建一个新的基准平面。

◆ 设置区域：该区域包括☑ 关联复选框和曲线拟合下拉列表，用于设置曲线的性质。

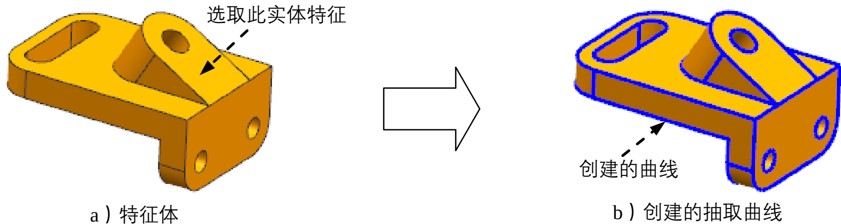
- ☑ 关联复选框：如果选中该选项，则创建的剖面曲线与其定义对象和平面相关联。
- 曲线拟合下拉列表：在编辑过程中，利用该区域允许用户更改原先用于创建剖面曲线的曲线拟合方式。
- 三次选项：使用阶次为 3 的样条，更改原先用于创建剖面曲线的曲线拟合方式。
- 五次选项：使用阶次为 5 的样条，更改原先用于创建剖面曲线的曲线拟合方式。
- 高级选项：选择此选项将启用高级重建选项，同时允许控制曲线的最高阶次和最大分段数。

9.4.3 抽取曲线

使用抽取(E)...命令可以通过一个或多个现有体的边或面创建直线、圆弧、二次曲线和

样条曲线，而体不发生变化。大多数抽取曲线是非关联的，但也可选择创建相关联的等斜度曲线或阴影外形曲线。

下面以图 9.4.5 所示的例子来介绍利用“边曲线”创建抽取曲线的一般过程。



a）特征体　　　　b）创建的抽取曲线

图 9.4.5　抽取曲线的创建

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.04.03\solid_curve.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 来自体的曲线(U) → 抽取(E)... 命令，系统弹出“抽取曲线”对话框。

步骤 03 单击 边曲线 按钮，系统弹出图 9.4.6 所示的“单边曲线”对话框。

步骤 04 在“单边曲线”对话框中单击 All of Solid 按钮，系统弹出图 9.4.7 所示的“实体中的所有边”对话框，选取图 9.4.5a 所示的实体特征。

步骤 05 单击两次 确定 按钮，完成抽取曲线的创建。单击 取消 按钮退出对话框。



图 9.4.6　“单边曲线”对话框



图 9.4.7　“实体中的所有边”对话框

图 9.4.6 所示“单边曲线”对话框中各按钮的说明如下。

- All in Face：所选表面的所有边。
- All of Solid：所选实体的所有边。
- 所有名为：所有命名相似的曲线。
- 边缘成链：所选链的起始边与结束边按某一方向连接而成的曲线。

9.5 曲线曲率分析

曲线质量的好坏对由该曲线产生的曲面、模型等的质量有重大的影响。曲率梳依附曲线存在，最直观地反映了曲线的连续特性。曲率梳是指系统用梳状图形的方式来显示样条曲线上各点的曲率变化情况。显示曲线的曲率梳后，能方便地检测曲率的不连续性、突变和拐点，在多数情况下这些是不希望存在的。显示曲率梳后，在对曲线进行编辑时，可以很直观地调整曲线的曲率，直到得出满意的结果为止。

下面以图 9.5.1 所示的曲线为例，说明显示样条曲线曲率梳的操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch09.05\curve_analysis.prt。

步骤 02 选取图 9.5.1 所示的曲线。

步骤 03 选择下拉菜单 分析(L) → 曲线(C) → 曲率梳(C) 命令，在绘图区显示图 9.5.2 所示的曲率梳。



再次选择下拉菜单 分析(L) → 曲线(C) → 曲率梳(C) 命令，则绘图区中不再显示曲率梳。

步骤 04 选择下拉菜单 分析(L) → 曲线(C) → 曲率梳选项(O)... 命令，系统弹出图 9.5.3 所示的“曲线分析-曲率梳选项”对话框。

步骤 05 在图中输入以下数值，如图 9.5.3 所示。

步骤 06 在对话框中单击 确定 按钮，完成曲率梳分析。

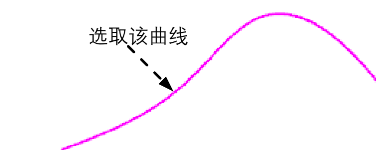


图 9.5.1 样条曲线

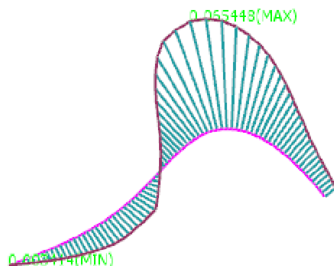


图 9.5.2 显示曲率梳

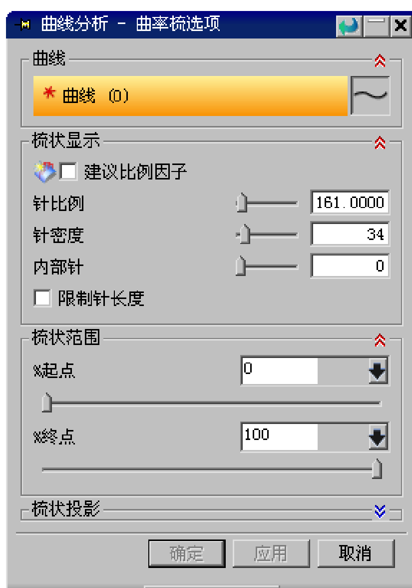


图 9.5.3 “曲线分析-曲率梳选项”对话框

第 10 章 曲 面 设 计

10.1 显示曲面网格

网格线主要用于自由形状特征的显示。网格线仅仅是显示特征，对特征没有影响。下面以图 10.1.1 所示的模型为例来说明曲面网格显示的一般操作过程。

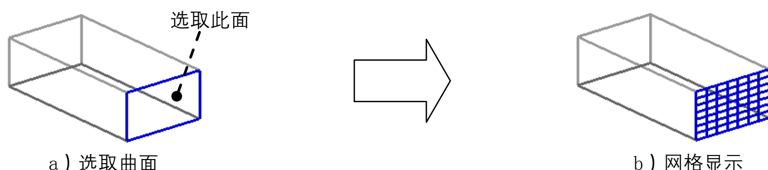


图 10.1.1 曲面网格显示

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.01\static_wireframe.prt。

步骤 02 调整视图显示。在图形区的空白区域右击，在弹出的图 10.1.2 所示的快捷菜单中选择 渲染样式(D) → 静态线框(W) 命令，图形区中的模型变成线框状态。



图 10.1.2 快捷菜单



模型在“着色”状态下是不显示网格线的，网格线只在“静态线框”“面分析”和“局部着色”三种状态下显示。

步骤 03　选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 对象显示(J)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

步骤 04　选取网格显示的对象。在图 10.1.3 所示的“选择条”工具条的“类型过滤器”下拉列表中选择面选项，然后选取图 10.1.1a 所示的面，单击“类选择”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“编辑对象显示”对话框。

步骤 05　定义参数。在“编辑对象显示”对话框中设置图 10.1.4 所示的参数，其他参数采用系统默认设置。

步骤 06　单击“编辑对象显示”对话框中的 确定 按钮，完成曲面网格显示的设置。

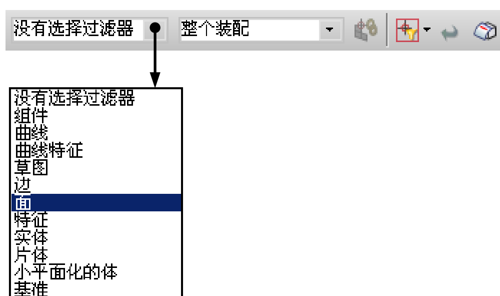


图 10.1.3　“选择条”工具条

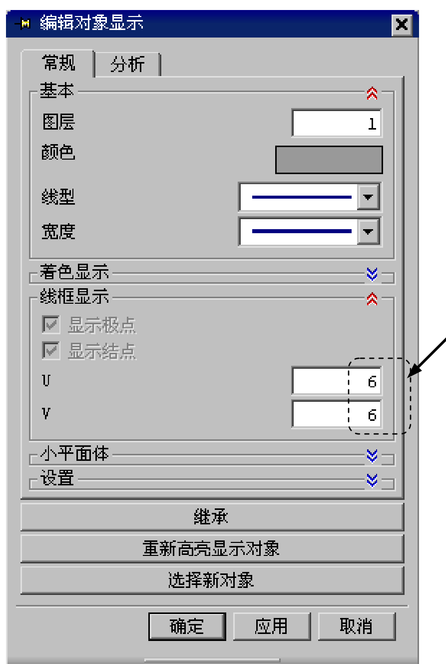


图 10.1.4　“编辑对象显示”对话框

10.2　简单曲面

UG NX 6.0 具有强大的曲面功能，能够方便地对曲面进行修改、编辑。本节主要介绍一些简单曲面的创建，主要包括拉伸曲面、回转曲面、有界平面及抽取曲面等内容。

10.2.1　拉伸曲面

拉伸曲面是将截面草图沿着草图平面的垂直方向拉伸而成的曲面。下面介绍创建图 10.2.1 所示的拉伸曲面特征的过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.02.01\extrude_surf.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... X 命令，系统弹出“拉伸”对话框，如图 10.2.2 所示。

步骤 03 定义拉伸截面。在图形区选取图 10.2.1a 所示的曲线串为特征截面。

步骤 04 确定拉伸起始值和结束值。在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，在 距离 文本框中输入值 0，在 终点 下拉列表中选择 值 选项，在 距离 文本框中输入值 5 并按 Enter 键。

步骤 05 定义拉伸特征的体类。在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，其他采用默认设置。

步骤 06 单击“拉伸”对话框中的 确定 按钮（或者单击中键），完成拉伸曲面的创建。

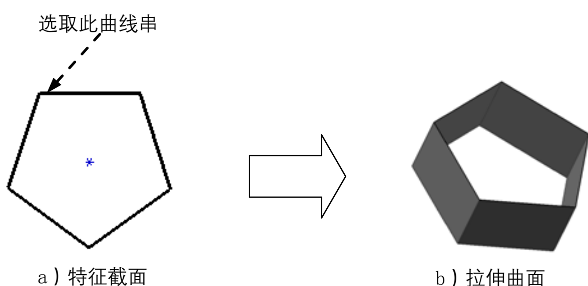


图 10.2.1　拉伸曲面



图 10.2.2　“拉伸”对话框

10.2.2　回转曲面

回转曲面是将截面草图绕着一条中心轴线旋转而形成的曲面。下面介绍创建图 10.2.3 所示的回转曲面特征的过程。

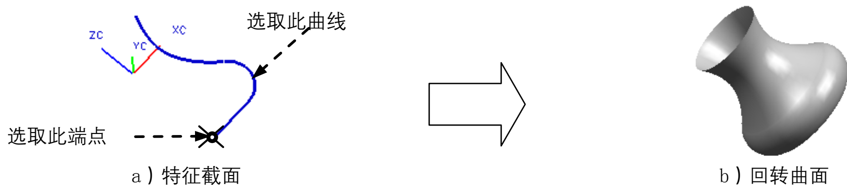


图 10.2.3　回转曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.02.02\rotate_surf.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 回转(R)... 命令，系统弹出“回转”对话框。

步骤 03 定义回转截面。在图形区选取图 10.2.3a 所示的曲线为回转截面，单击中键确认。

步骤 04 定义回转轴。选择 作为回转轴的矢量方向，然后选取图 10.2.3a 所示的端点定义回转轴。

步骤 05 定义回转特征的体类型。在设置区域的体类型下拉列表中选择片体选项，其他采用默认设置。

步骤 06 单击对话框中的确定按钮（或者单击中键），完成回转曲面的创建。

10.2.3 有界平面

使用“有界平面”命令可以创建平整曲面。利用拉伸也可以创建曲面，但拉伸创建的是有深度参数的二维或三维曲面，而有界平面创建的是没有深度参数的二维曲面。下面以图 10.2.4a 所示的模型为例来说明创建有界平面的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.02.03\ambit_surf.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲面(R) → 有界平面(P)... 命令，系统弹出“有界平面”对话框。

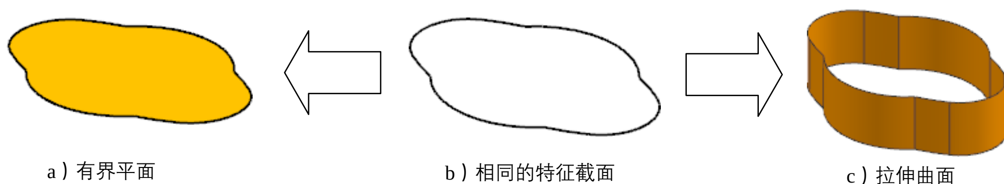


图 10.2.4 有界平面与拉伸曲面的比较

步骤 03 在图形区选取图 10.2.4b 所示的曲线串，在“有界平面”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成有界曲面的创建。



在创建“有界平面”时，所选取的曲线串必须由同一个平面作为载体，即“有界平面”的边界线要求共面，否则不能创建曲面。

10.2.4 抽取曲面

曲面的抽取即从一个实体或片体抽取曲面来创建片体。曲面的抽取就是复制曲面的过程。抽取独立曲面时，只需单击此面即可；抽取区域曲面时，是通过定义种子曲面和边界曲面来创建片体，创建的片体是从种子面开始向四周延伸到边界曲面的所有曲面构成的片体（其中包括种子曲面，但不包括边界曲面），这种方法在加工中定义切削区域时特别重要。下

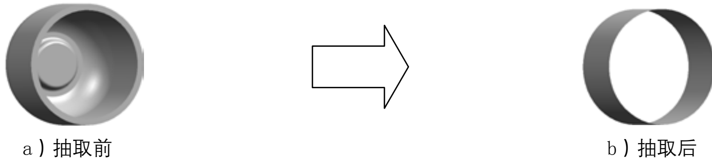
面分别介绍抽取独立曲面和抽取区域曲面。

1. 抽取独立曲面

下面以图 10.2.5 所示的模型为例来说明创建抽取曲面一般操作过程（图 10.2.5b 中实体模型已隐藏）。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.02.04\extracted_region01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取(E)... 命令，系统弹出“抽取”对话框。



a）抽取前　　b）抽取后

图 10.2.5　抽取独立曲面

步骤 03 定义抽取类型。在类型区域的下拉列表中选择 面 选项。

步骤 04 选取图 10.2.6 所示的面为抽取参照面，在设置区域中选中 ☑ 隐藏原先的 复选框，其他参数采用系统默认设置，如图 10.2.7 所示。

步骤 05 单击 确定 按钮，完成曲面的抽取。

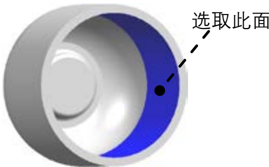


图 10.2.6　选取曲面

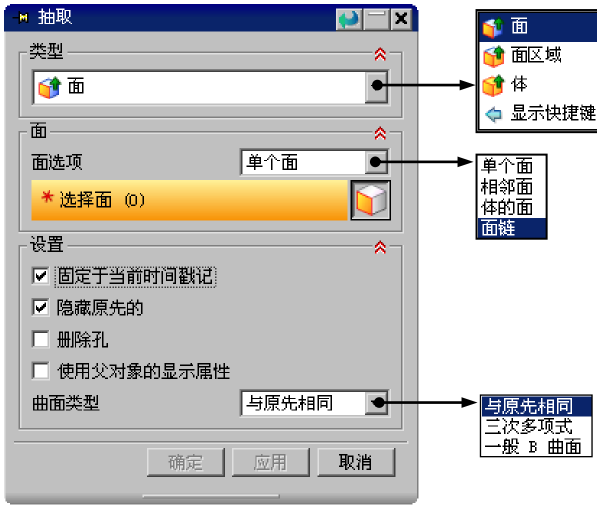


图 10.2.7　“抽取”对话框

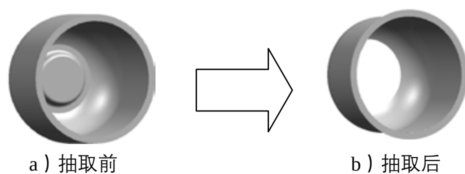
图 10.2.7 所示“抽取”对话框中各选项的说明如下。

◆ 面：该选项用于从实体模型中抽取曲面特征。

- 面区域：该选项用于从实体模型中抽取一组曲面，这组曲面和种子面相关联，且被边界面所制约。
- 体：该选项用于生成与整个所选特征相关联的实体。
- 单个面：该选项用于从模型中选取单个曲面。
- 相邻面：该选项用于从模型中选取与选中曲面相临的多个曲面。
- 体的面：该选项用于从模型中选取实体的整个曲面。
- 面链：该选项用于按指定的链规则从模型中选取曲面。
- ☑ 固定于当前时间戳记：该复选框用于改变特征编辑过程中，是否影响在此之前发生的特征抽取。
- ☑ 隐藏原先的：该复选框用于在生成抽取特征的时候，是否隐藏原来的实体。
- ☐ 删除孔：该复选框用于表示是否删除选择曲面中的孔特征。
- ☐ 使用父对象的显示属性：该复选框用于控制抽取特征的显示属性。
- 与原先相同：该选项用于从模型中抽取的曲面特征保留原来的曲面类型。
- 三次多项式：该选项用于将模型的选中面抽取为三次多项式自由曲面类型。
- 一般 B 曲面：该选项用于将模型的选中面抽取为一般的自由曲面类型。

2. 抽取区域曲面

下面以图 10.2.8 所示的模型为例来说明创建抽取相邻曲面的一般操作过程（图 10.2.8b 中的实体模型已隐藏）。



a）抽取前　　b）抽取后

图 10.2.8　抽取相邻曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.02.04\extracted_region01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取(E)... 命令，系统弹出“抽取”对话框。

步骤 03 定义抽取类型。在类型区域的下拉列表中选择 面 选项。

步骤 04 在图 10.2.9 所示的“抽取”对话框面选项下拉列表中选择相邻面选项；选取图 10.2.10 所示的曲面，此时曲面和与它相邻的面均被选中，如图 10.2.11 所示；选中 ☑ 隐藏原先的 复选框，其他参数采用系统默认设置。

步骤 05 单击 确定 按钮，完成曲面的抽取。

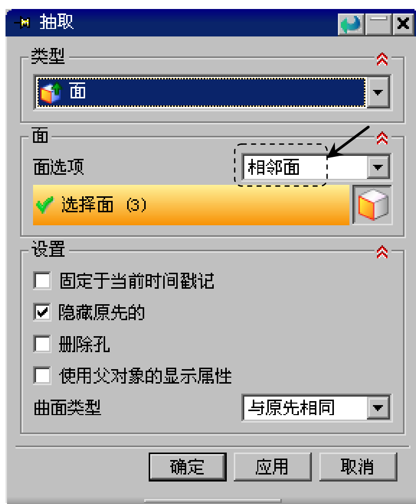


图 10.2.9 “抽取”对话框

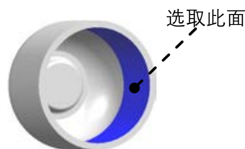


图 10.2.10 选取曲面

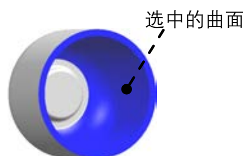


图 10.2.11 选中的曲面

10.3 网格曲面

在创建曲面的方法中，网格曲面较为重要，尤其是四边面的创建。在四边面的创建中能够很好地控制面的连续性并且容易避免收敛点的生成，从而保证面的质量较高。这在后续的产品设计中尤为重要。下面分别介绍几种网格面的创建方法。

10.3.1 直纹面

直纹面可以理解为通过一系列直线连接两组线串而形成的一张曲面。在创建直纹面时只能使用两组线串，这两组线串可以封闭，也可以不封闭。下面介绍创建图 10.3.1 所示的直纹面的过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.03.01\ruled.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 直纹面(R)... 命令（或在“曲面”工具栏中单击“直纹面”按钮），系统弹出图 10.3.2 所示的“直纹”对话框。

步骤 03 定义截面线串 1。在图形区中选择图 10.3.1a 所示的截面线串 1，单击中键确认。

步骤 04 定义截面线串 2。在图形区中选择图 10.3.1a 所示的截面线串 2，单击中键确认。



在选取截面线串时，要在线串的同一侧选取，否则就不能达到所需要的结果。

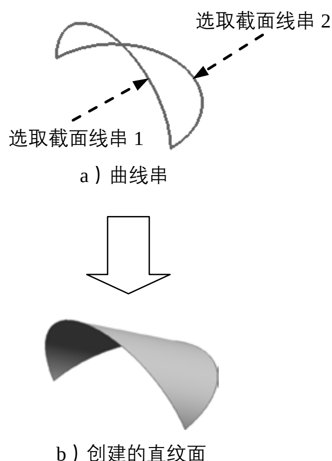


图 10.3.1 直纹面的创建

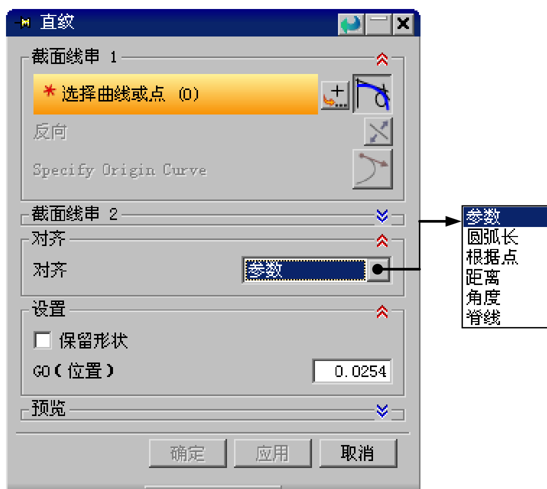


图 10.3.2 “直纹”对话框

图 10.3.2 所示的“直纹”对话框的对齐下拉列表中各选项的说明如下。

- 参数：沿定义曲线将等参数曲线要通过的点以相等的参数间隔隔开。
- 圆弧长：两组截面线串和等参数曲线根据等弧长方式建立连接点。
- 根据点：将不同形状截面线串间的点对齐。
- 距离：在指定矢量上将点沿每条曲线以等距离隔开。
- 角度：在每个截面线上，绕着一规定的轴等角度间隔生成。这样，所有等参数曲线都位于含有该轴线的平面中。
- 脊线：把点放在选择的曲线和正交于输入曲线的平面的交点上。



若选中设置区域中的☐ 保留形状复选框，则对齐下拉列表中的部分选项将不可用。

步骤 05 设置对话框的选项。在“直纹”对话框的设置区域中取消选中☐ 保留形状复选框。

步骤 06 在“直纹”对话框中单击确定按钮（或单击中键），完成直纹面的创建。

10.3.2 通过曲线组曲面

使用通过曲线组(T)...命令可以通过同一方向上的一组曲线轮廓线创建曲面（当轮廓线

封闭时，生成的则为实体）。曲线轮廓线称为截面线串，截面线串可由单个对象或多个对象组成，每个对象都可以是曲线、实体边等。图 10.3.3 所示通过曲线创建曲面的过程如下。

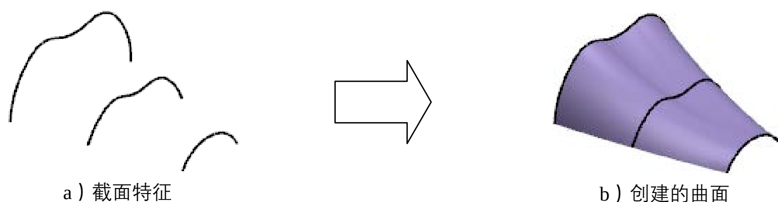


图 10.3.3　通过曲线创建曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.03.02\through_curves.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令，系统弹出图 10.3.4 所示的“通过曲线组”对话框。

步骤 03 定义截面线串。在图形区中依次选取图 10.3.5 所示的曲线串 1、曲线串 2 和曲线串 3，并分别单击中键确认。

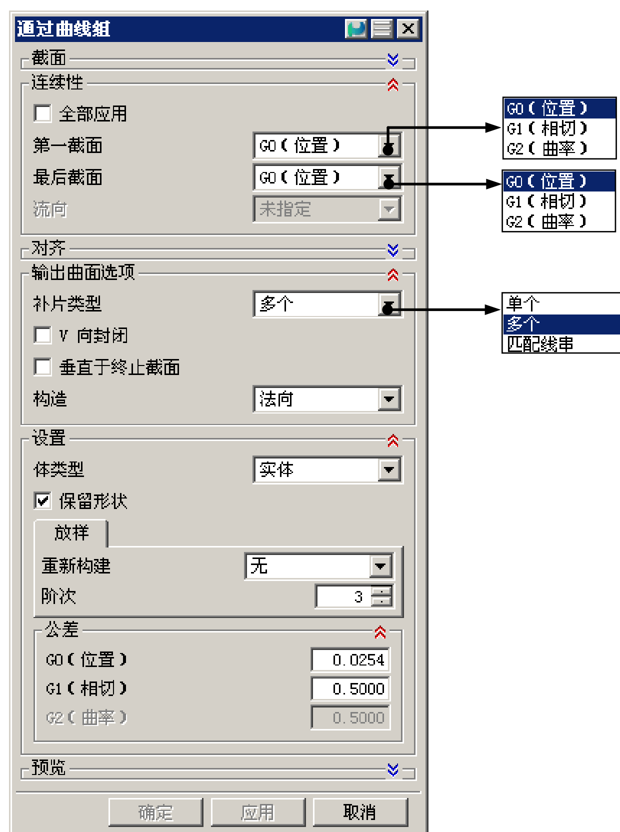


图 10.3.4　“通过曲线组”对话框

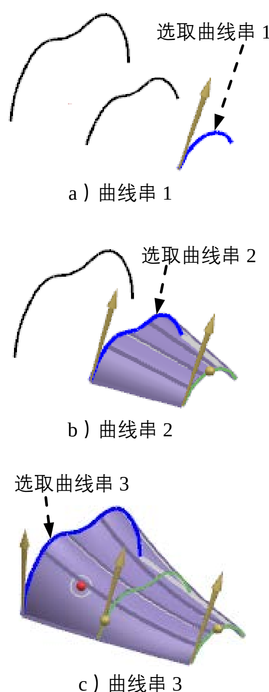


图 10.3.5　定义截面线串



选取截面线串后，图形区显示的箭头矢量应该处于截面线串的同侧（图 10.3.5c），否则生成的片体将被扭曲。后面介绍的通过曲线网格创建曲面也有类似问题。

步骤 04 设置参数。在“通过曲线组”对话框的设置区域中选中☑保留形状复选框；其他均采用默认设置值，单击< 确定 >按钮，完成曲面的创建。

图 10.3.4 所示“通过曲线组”对话框中的部分选项说明如下。

- 截面区域中的列表区域：用于显示被选取的截面线串。
- 连续性区域下拉列表用于对所生成曲面的起始端和终止端定义约束条件。
  - G0（位置）：生成的曲面与指定面点连续。
  - G1（相切）：生成的曲面与指定面相切连续。
  - G2（曲率）：生成的曲面与指定面曲率连续。
  - 调整下拉列表：该下拉列表中的选项与“直纹面”命令中的相似，除了包括参数、圆弧长、根据点、距离、角度和脊线六种对齐方法外，还有一个根据分段选项，该选项中包含段数最多的截面曲线，按照每一段曲面的长度比例划分其余的截面曲线，并建立连接对应点。
- 阶次文本框：该文本框用于设置生成曲面的 V 向阶次。当选取了截面线串后，在列表区域中选择一组截面线串，系统弹出图 10.3.6 所示的“通过曲线组”对话框。

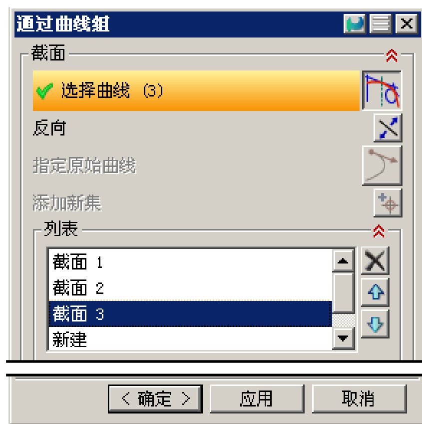


图 10.3.6 “通过曲线组”对话框

图 10.3.6 所示“通过曲线组”对话框中的部分按钮说明如下。

- （移除线串）：单击该按钮，选中的截面线串被删除。
- （向上移动串）：单击该按钮，选中的截面线串移至上一个截面线串的上级。
- （向下移动串）：单击该按钮，选中的截面线串移至下一个截面线串的下级。

10.3.3 通过曲线网格曲面

使用“通过曲线网格”命令可以沿着不同方向的两组线串创建曲面。一组同方向的线串定义为主曲线，另外一组和主线串不在同一平面的线串定义为交叉线串，定义的主曲线与交叉线串必须在设定的公差范围内相交。由于这种创建曲面的方法定义了两个方向的控制曲

线，可以很好地控制曲面的形状，所以它也是最常用的创建曲面的方法之一。下面以图 10.3.7 为例说明“通过曲线网格”创建曲面的一般操作过程。

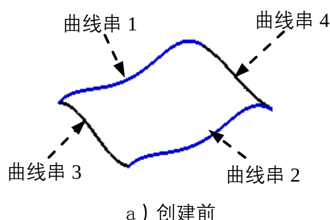
步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.03.03\through_curves_mesh.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) ▸ → 通过曲线网格(M)... 命令（或在“曲面”工具栏中单击“通过曲线网格”按钮），系统弹出图 10.3.8 所示的“通过曲线网格”对话框。

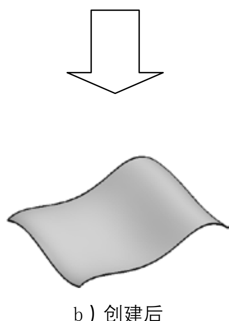
步骤 03 定义主线串。依次选择图 10.3.7a 所示的曲线串 1 和曲线串 2 为主线串，并分别单击中键确认。

步骤 04 定义交叉线串。选取图 10.3.7a 所示的曲线串 3 和曲线串 4 为交叉线串，并分别单击中键确认。

步骤 05 单击 确定 按钮，完成“通过曲线网格”曲面的创建。



a）创建前



b）创建后

图 10.3.7　通过曲线网格创建曲面

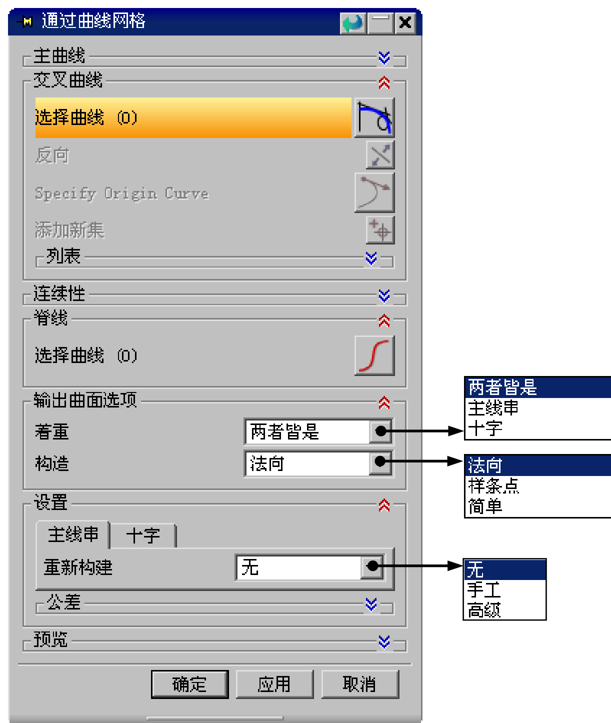


图 10.3.8　“通过曲线网格”对话框

图 10.3.8 所示“通过曲线网格”对话框的部分选项说明如下。

◆ 脊线 区域：单击按钮，用于选择脊线串来控制交叉线串的参数化。选择脊线串能提高曲面的光顺度。当选择脊线串时，要求第一和最后一组主线串必须是平面曲线，并且脊线串必须垂直于第一和最后一组主线串。

◆ 着重下拉列表：该下拉列表用于控制系统在生成曲面的时候，更强调主线串还是交叉线串，或者在两者有同样效果。

- 两者皆是：系统在生成曲面的时候，主线串和交叉线串有同样效果。
- 主要：系统在生成曲面的时候，更强调主线串。
- 十字：系统在生成曲面的时候，交叉线串更有影响。

◆ 构造下拉列表：该下拉列表与“通过曲线组”对话框中的相似，也分为正常、样条点和简单三个选项。

- （主模板线串）：当在构造下拉列表中选择简单选项时，该按钮被激活，用于选择主模板线串。
- （交叉模板线串）：当在构造下拉列表中选择简单选项时，该按钮被激活，用于选择交叉模板线串。

◆ 重新构建下拉列表：重新定义主线串或交叉线串的阶次。

- 无：关闭重建。
- 手工：手动输入值调整截面的阶次。
- 高级：尝试重建无分段的曲面，直至达到最高次数为止。

10.3.4 艺术曲面

UG NX 6.0 允许用户使用预设置的曲面构造方法快速、简捷地创建艺术曲面。创建艺术曲面之后，通过添加或删除截面线串和引导线串，可以重新构造曲面。该工具还提供了连续性控制和方向控制选项。UG NX 6.0 较之前的版本在艺术曲面的命令上有较大的改动，将之前的几个命令融合在一个命令当中，使操作更为简便。

下面通过图 10.3.9b 所示的实例来说明艺术曲面的一般操作过程。

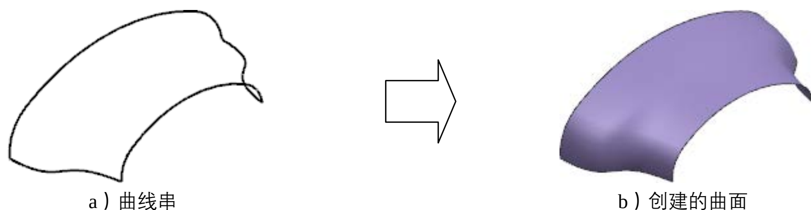


图 10.3.9 艺术曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.03.04\stidio_surface.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 艺术曲面(U)... 命令，系统弹出

图 10.3.10 所示的“艺术曲面”对话框。

步骤 03 定义截面线。依次选取图 10.3.11 所示的曲线 1 和曲线 2 为截面线，并分别单击中键确认。

步骤 04 定义引导线。依次选取图 10.3.11 所示的曲线 3 和曲线 4 为引导线，并分别单击中键确认。

步骤 05 对话框中的其他设置保持系统默认值，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。

图 10.3.10 所示“艺术曲面”对话框中部分选项说明如下。

- 截面（主要）曲线区域：用于选取 艺术曲面(U)... 命令中需要的截面线串。
- 引导（交叉）曲线区域：用于选取 艺术曲面(U)... 命令中需要的引导线串。
- 列表区域：分为“截面曲线”和“引导线”两个区域。分别用于显示所选中的截面线串和引导线串。
- 连续性区域：此区域用于设置艺术曲面边界的约束情况，包括第一截面下拉列表、最后截面下拉列表、第一条引导线下拉列表和最后一条引导线下拉列表。四个下拉列表中的选项相同，分别是G0（位置）、G1（相切）和G2（曲率）选项。
- 输出曲面选项区域：用于控制曲面的生成。此区域中的调整下拉列表包括“参数”“圆弧长”和“根据点”三个选项。



图 10.3.10 “艺术曲面”对话框

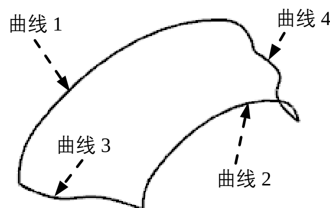


图 10.3.11 定义曲线



在选择截面线串和引导线串时可以选取多条，也可以分别选一条；甚至有时可以不选择引导线串。选择多条截面线串是为了更好地控制曲面的形状，而选择一条或选择多条引导线串是为了更好地控制面的走势。这里要求截面线串没有必要一定光顺但必须连续（即 G0 连续）；引导线必须光顺（即 G1 连续）。图 10.3.12~图 10.3.15 是以本例曲线为基础但所选的截面线串和引导线串各有不同而创建的曲面。

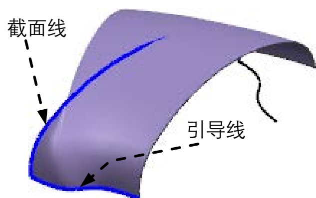


图 10.3.12　一条截面线，一条引导线

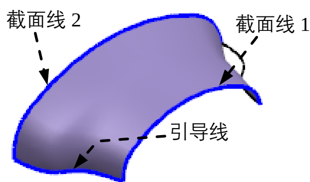


图 10.3.13　两条截面线，一条引导线

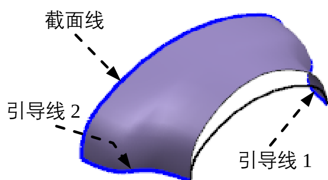


图 10.3.14　一条截面线，两条引导线

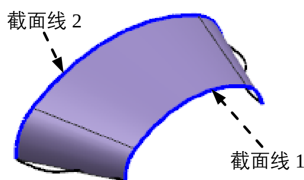


图 10.3.15　两条截面线

10.4　扫掠曲面

10.4.1　扫掠曲面

扫掠曲面就是用规定的方式沿一条（或多条）空间路径（引导线串）移动轮廓线（截面线串）而生成的曲面。

截面线串可以由单个或多个对象组成，每个对象可以是曲线、边缘或实体面，每组截面线串内的对象的数量可以不同。截面线串的数量可以是 1～150 之间的任意数值。

引导线串在扫掠过程中控制着扫掠体的方向和比例。在创建扫掠体时，必须提供一条、两条或三条引导线串。提供一条引导线不能完全控制截面大小和方向变化的趋势，需要进一步指定截面变化的方法；提供两条引导线时，可以确定截面线沿引导线扫掠的方向趋势，但是尺寸可以改变，还需要设置截面比例变化；提供三条引导线时，完全确定了截面线被扫掠时的方位和尺寸变化，无需另外指定方向和比例就可以直接生成曲面。

下面通过创建图 10.4.1 所示的曲面来说明用选取一组引导线方式进行扫掠的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.04.01\swept01.prt。

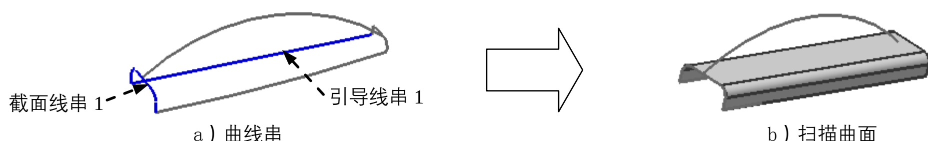


图 10.4.1　选取一组引导线扫描

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令（或在“曲面”工具栏中单击“扫掠”按钮），系统弹出“扫掠”对话框。

步骤 03 定义截面线串和引导线串。选取图 10.4.2 所示的曲线为截面线串 1，单击中键完成截面线串 1 的选择；再次单击中键后，选取图 10.4.3 所示的曲线为引导线串 1，单击中键完成引导线串 1 的选择。

步骤 04 定义截面位置。在 截面选项 区域的 截面位置 下拉列表中选择 沿引导线任何位置 选项，在 对齐方法 区域的 对齐 下拉列表中选择 参数 选项。

步骤 05 定义截面约束条件。在 定位方法 区域的 方位 下拉列表中选择 固定 选项。

步骤 06 定义缩放方法。在 缩放方法 区域的 缩放 下拉列表中选择 恒定 选项，在 比例因子 文本框中选用默认值 1.00。

步骤 07 在“扫掠”对话框中单击 确定 按钮，完成扫掠曲面的创建。

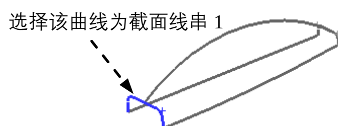


图 10.4.2　选取截面线串 1

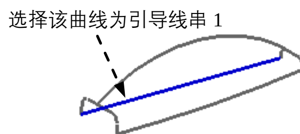


图 10.4.3　选取引导线串 1

10.4.2　沿引导线扫掠

“沿引导线扫掠”命令通过沿着引导线串移动截面线串来创建曲面（当截面线串封闭时，生成的则为实体）。其中引导线串可以由一个或一系列曲线、边或面的边缘线构成；截面线串可以由开放的或封闭的边界草图、曲线、边缘或面构成。下面通过创建图 10.4.4 所示的曲面来说明沿引导线扫掠的一般操作步骤。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.04.02\sweep_surface.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 沿引导线扫掠(G)... 命令，系统弹出

“沿引导线扫掠”对话框。

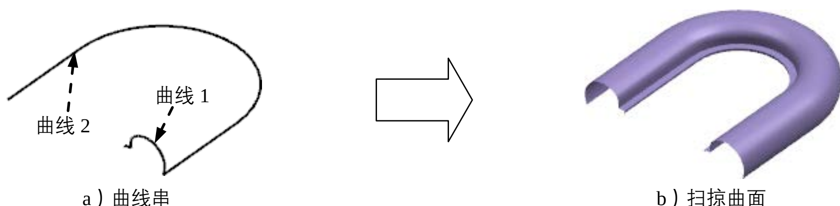


图 10.4.4 沿引导线扫掠

步骤 03 选取图 10.4.4a 所示的曲线 1 为截面线串，单击鼠标中键。

步骤 04 选取图 10.4.4a 所示的曲线 2 为引导线串，单击 < 确定 > 按钮。



如果扫掠截面是封闭的，做出的效果为曲面，那么在操作之前要将“建模首选项”对话框中的 图纸页 选项选中。通过选择下拉菜单 首选项(P) → 建模(G)... 命令，在“建模首选项”对话框中进行设置。

10.4.3 样式扫掠

使用“样式扫掠”命令可以根据一组曲线快速制定精确、光顺的自由曲面，最多可以选取两组引导线串和两组截面线串。定义样式扫掠的方式是一个或两个截面沿指定的引导线串移动，也可以使用接触曲线或脊曲线来定义曲面的方位。动态编辑工具可以帮助用户浏览即时更改设计，这样用户就可以体会所生成曲面的美学或实践意义。下面通过创建图 10.4.5 所示的曲面来说明创建样式扫掠的一般操作步骤。

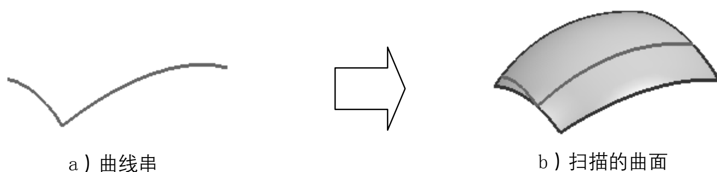


图 10.4.5 样式扫掠创建曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.04.03\styled_swept.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 样式扫掠(Y)... 命令，系统弹出图 10.4.6 所示的“样式扫掠”对话框。

图 10.4.6 所示“样式扫掠”对话框中部分选项的说明如下。

◆ 固定线串 下拉列表：包含 引导线、截面 和 引导线和截面 三个选项，用于指定扫掠与引导线串、截面线串或两者保持接触。如果用户选择引导线与截面，则中心点定位和旋

转形状控制将不可用。

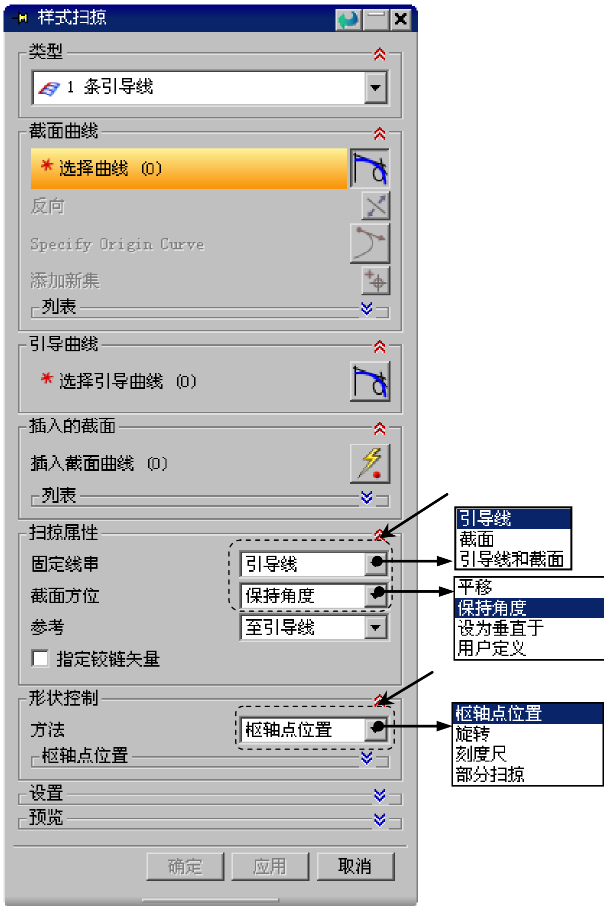


图 10.4.6 “样式扫掠”对话框

◆ 截面方位下拉列表：包含平移、保持角度、设为垂直于和用户定义四个选项。

- 平移：通过在沿引导线串平移截面的同时保持截面的全局方向来创建扫掠。注意，当用户选择此方向时将没有参考选项。
- 保持角度：当沿引导线串扫掠截面时使截面保持它们与参考之间的初始角度。
- 设为垂直于：将截面置于在沿引导曲线的每个点上都垂直于参考的平面中。
- 用户定义：使用定位算法自动定位扫掠，其中截面垂直于引导线串。方位是通过引导线串的起点和终点连线的本地相切法向来定义的。

◆ 形状控制区域：包含枢轴点位置、旋转、刻度尺和部分扫掠四个选项。

- 枢轴点位置（枢轴点定位）：手柄允许用户沿着 X、Y、Z 轴移动样式扫掠。
- 旋转（旋转）：从指定的点开始将曲面旋转指定的角度。
- 刻度尺（缩放）：手柄允许用户调整样式扫掠的大小。
- 部分扫掠（部分扫掠）：手柄允许用户调整扫掠样式边的外部限制。

步骤 03 设置对话框选项。在“样式扫掠”对话框的固定线串下拉列表中选择引导线选项，在形状控制区域的方法下拉列表中选择枢轴点位置选项。

步骤 04 定义截面线串。在图形区选择图 10.4.7 所示的曲线 1 为截面线串，单击中键确认。

步骤 05 定义引导线串。再次单击中键之后，选取图 10.4.7 所示的曲线 2 为引导线串 1，单击中键确认。

步骤 06 单击图 10.4.8 所示的基点，沿引导线和截面线分别拖动基点，结果如图 10.4.9 所示。

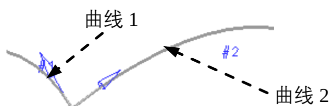


图 10.4.7　选取参照曲线

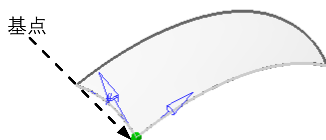


图 10.4.8　显示基点

步骤 07 在“样式扫掠”对话框中单击确定按钮，完成样式扫掠曲面的创建，如图 10.4.10 所示。

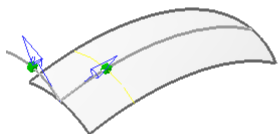


图 10.4.9　拖动基点

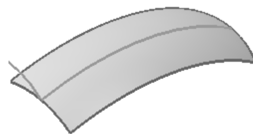


图 10.4.10　样式扫掠

10.4.4　变化扫掠

使用变化扫掠(V)...命令可以沿着路径创建有变化地扫掠主截面线的实体或曲面。用户可从单个主横截面在一个特征中创建多个体。

主横截面是使用草图生成器中的路径上的草图选项创建的草图。为草图选择的路径定义草图在路径上的原点。用户可使用草图生成器的相交命令，添加可选导轨，以便在主横截面沿路径扫掠时用做其引导线，导轨可为曲线或边缘。

用户可定义路径上的草图的部分或全部几何体，以便用做扫掠的主横截面。在扫掠过程中，主横截面不能保持恒定；它可能随路径位置函数和草图内部约束而更改其几何形状。

只要参与操作的导轨没有明显偏离，扫掠就将跟随整个路径。如果导轨偏离过多，则系统能通过导轨和路径之间的最后一个可用的交点确定路径长度，系统可根据需要延伸导轨。下面通过创建图 10.4.11 所示的曲面来说明变化扫掠的一般步骤。

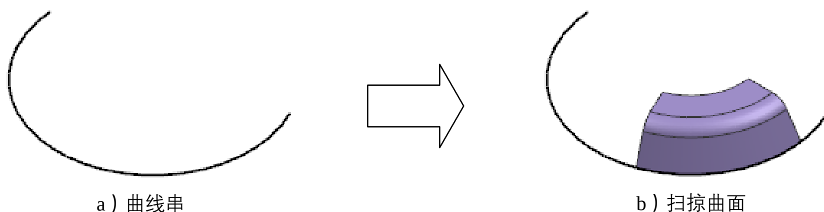


图 10.4.11　根据变化扫掠创建曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.04.04\variational_sweep.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 变化扫掠(V)... 命令，系统弹出图 10.4.12 所示的“变化扫掠”对话框。

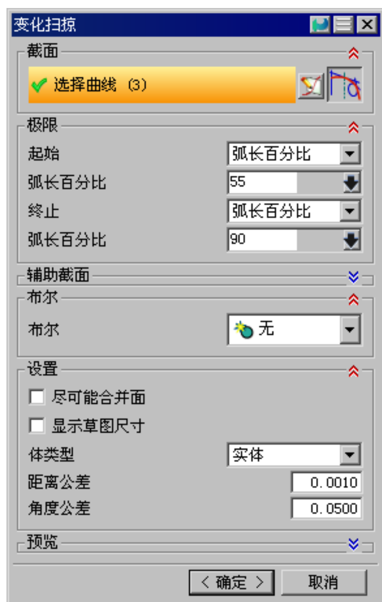


图 10.4.12　“变化扫掠”对话框

步骤 03 选择绘制草图截面命令。在“变化扫掠”对话框中单击“绘制截面”按钮。

步骤 04 定义路径。在图形区半圆上任意单击一点，在系统弹出的图 10.4.13 所示的 弧长百分比 文本框中输入参数值 75，选择 X 轴为水平参考，单击 确定 按钮，进入草图环境。

步骤 05 绘制截面线串。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 轮廓(O)... 命令，绘制图 10.4.14 所示的截面线串。

步骤 06 单击 完成草图 按钮，完成草图定义。然后在“变化扫掠”对话框中设置图 10.4.12 所示的参数，单击 < 确定 > 按钮，完成扫掠曲面的创建。

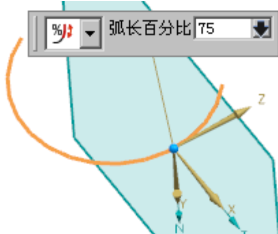


图 10.4.13 输入参数

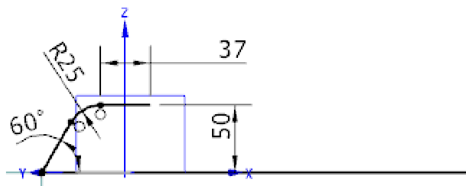
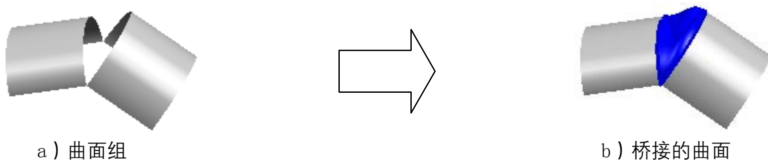


图 10.4.14 截面线串

10.5 桥接曲面

使用 桥接(B)... 命令可以在两个曲面间建立一张过渡曲面，且可以在桥接和定义面之间指定相切连续性或曲率连续性，还可以选择侧面或线串（至多两个，任意组合）或拖动选项来控制桥接片体的形状。

下面通过创建图 10.5.1 所示的桥接曲面来说明拖动控制桥接操作的一般过程。



a）曲面组　　b）桥接的曲面

图 10.5.1 拖动控制方式创建桥接曲面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.05\bridge_surface01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 桥接(B)... 命令，系统弹出图 10.5.2 所示的“桥接”对话框。



图 10.5.2 “桥接”对话框

图 10.5.2 所示“桥接”对话框中的部分选项说明如下。

◆ 选择步骤 区域：用于选取“桥接”所需要的曲面和线串。

- （主面）：选择两个主面。
- （侧面）：选择一个或两个侧面，也可以不选。
- （第一侧面线串）：选择第一组侧面线串来引导桥接的形状，也可以不选。
- （第二侧面线串）：选择第二组侧面线串来引导桥接的形状，也可以不选。

◆ 连续类型区域：用于设置主面与桥接曲面之间的连续方式。

- ⊙ 相切：让选择的主面与桥接曲面之间以斜率方式连续。
- ⊙ 曲率：让选择的主面与桥接曲面之间以曲率方式连续。

◆ 拖动按钮：在单击应用按钮后，此按钮被激活，用户可以在图形区按住鼠标左键拖动，来调整所生成的曲面形状。

步骤 03 定义主面。选择图 10.5.3 所示的 2 个曲面为主面，此时在两主面间的边缘将出现图 10.5.3 所示的方向箭头。在“桥接”对话框中单击应用按钮，此时对话框中的拖动按钮被激活。



在选择主面时要注意鼠标的点选位置，应靠近要生成桥接的边界选取，否则无法生成需要的桥接曲面。

步骤 04 定义相切约束。在“桥接”对话框连续类型区域中选择⊙ 相切并单击拖动按钮，系统弹出图 10.5.4 所示的“拖拉桥接曲面”对话框。

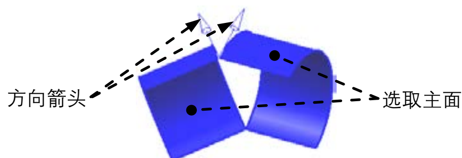


图 10.5.3 选取主面



图 10.5.4 “拖拉桥接曲面”对话框

步骤 05 调整曲面形状。按住鼠标左键不放，拖动曲面，桥接曲面的形状发生改变，达到用户要求后，松开左键。

步骤 06 单击确定按钮，完成桥接曲面的创建。

步骤 07 单击取消按钮，退出“桥接”对话框。



当拖动后的形状不符合用户要求时，可在“拖拉桥接曲面”对话框中单击 重置 按钮，回到初始的状态。

10.6 曲面的编辑

完成曲面的分析只是对曲面的质量有所了解。要想真正得到高质量、符合要求的曲面，就要在进行完分析后对面进行修整，这就涉及曲面的编辑。本节学习 UG NX 6.0 中曲面编辑的几种工具。

10.6.1 偏置曲面

曲面的偏置用于创建一个或多个现有面的偏置曲面，从而得到新的曲面。下面分别对创建偏置曲面和偏置面进行介绍。

1. 创建偏置曲面

下面介绍创建图 10.6.1 所示的偏置曲面的一般过程。

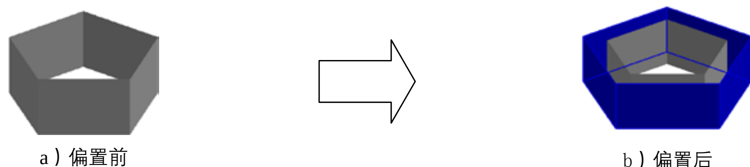


图 10.6.1 偏置曲面的创建

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.01\offset_surface.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 偏置曲面(O)... 命令（或在“曲面”工具栏中单击“偏置曲面”按钮），系统弹出图 10.6.2 所示的“偏置曲面”对话框。

步骤 03 在图形区依次选取图 10.6.3 所示的 5 个面，同时图形区中出现曲面的偏置方向，如图 10.6.3 所示。此时“偏置曲面”对话框中的“反向”按钮被激活。

步骤 04 定义偏置方向。接受系统默认的方向。

步骤 05 定义偏置的距离。在系统弹出的 偏置 1 文本框中输入偏置距离值 2 并按 Enter 键，在“偏置曲面”对话框中单击 确定 按钮，完成偏置曲面的创建。

2. 偏置面

下面介绍图 10.6.4 所示的曲面偏移的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.01\offset_surf.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 偏置面(F)... 命令，系统弹出图 10.6.5 所示的“偏置面”对话框。



图 10.6.2 “偏置曲面”对话框

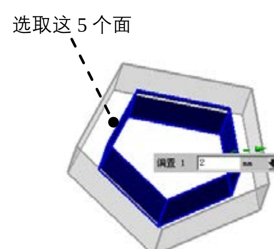


图 10.6.3 选取 5 个面

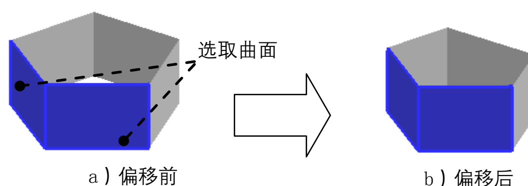


图 10.6.4 偏移曲面

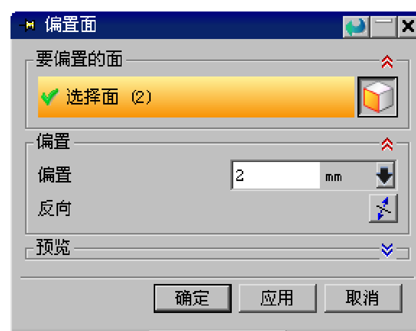


图 10.6.5 “偏置面”对话框

步骤 03 在图形区选择图 10.6.4a 所示的曲面，然后在“偏置面”对话框的偏置文本框中输入值 2 并按 Enter 键，单击 确定 按钮或者单击中键，完成曲面的偏置操作。



单击对话框中的“反向”按钮改变偏置的方向，以达到用户想要的方向。

10.6.2 修剪曲面

曲面的修剪（Trim）就是将选定曲面上的某一部分去除。曲面的修剪有多种方法，下面分别介绍。

1. 一般的曲面修剪

一般的曲面修剪就是在进行拉伸、旋转等操作时，通过布尔求差运算将选定曲面上的某部分去除。下面以图 10.6.6 所示曲面的修剪为例，说明一般的曲面修剪的操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.02\trim.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

步骤 03 定义拉伸截面。选取 XY 基准平面为草图平面，绘制图 10.6.7 所示的截面草图。

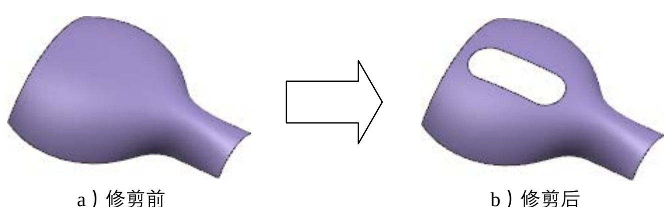


图 10.6.6 一般的曲面修剪

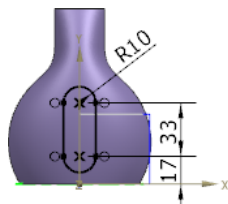


图 10.6.7 截面草图

步骤 04 定义拉伸参数。在对话框极限区域的开始下拉列表中选择 值 选项，并在其下的距离文本框中输入数值 0；在极限区域的结束下拉列表中选择 贯通 选项，在布尔区域的下拉列表中选择 求差 选项，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的修剪。

2. 修剪片体

修剪片体就是通过一些曲线和曲面作为边界，对指定的曲面进行修剪，形成新的曲面边界。所选的边界可以在将要修剪的曲面上，也可以在曲面之外通过投影方向来确定修剪的边界。图 10.6.8 所示的修剪片体的一般过程如下。

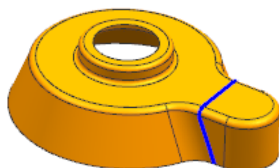
步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.02\trim_surface.prt。

步骤 02 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪片体(R)... 命令，系统弹出图 10.6.9 所示的“修剪片体”对话框。

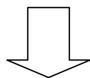
图 10.6.9 所示“修剪片体”对话框中的部分选项说明如下。

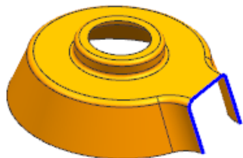
◆ 投影方向下拉列表：定义要做标记的曲面的投影方向。该下拉列表包含 垂直于面、垂直于曲线平面 和 沿矢量 选项。
  - 垂直于面：定义修剪边界投影方向是选定边界面的垂直投影。
  - 垂直于曲线平面：定义修剪边界投影方向是选定边界曲面的垂直投影。
  - 沿矢量：定义修剪边界投影方向是用户指定方向投影。

◆ 区域区域：定义所选的区域是被保留还是被舍弃。
  - 保持：定义修剪曲面是选定的区域保留。
  - 舍弃：定义修剪曲面是选定的区域舍弃。



a）修整前





b）修整后

图 10.6.8　修剪片体



图 10.6.9　“修剪片体”对话框

步骤 03 设置对话框选项。在“修剪片体”对话框投影方向区域的投影方向下拉列表中选择垂直于面选项，选择区域区域中的保持单选项（图 10.6.9）。

步骤 04 定义目标片体和修剪边界。在图形区选取图 10.6.10 所示的曲面作为目标片体，然后选取图 10.6.10 所示的曲线作为修剪边界。

步骤 05 在“修剪片体”对话框中单击确定按钮，完成曲面的修剪操作（图 10.6.8b）。

3. 分割表面

分割表面就是用多个分割对象，如曲线、边缘、面、基准平面或实体，把现有体的一个面或多个面进行分割。在这个操作中，要分割的面和分割对象是关联的，即如果任一输入对象被更改，那么结果也会随之更新。图 10.6.11 所示的曲面分割的一般步骤如下。

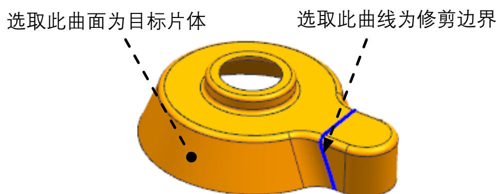
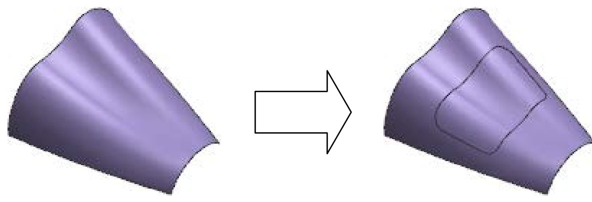


图 10.6.10　选取曲面和裁剪曲线



a）分割前　　b）分割后

图 10.6.11　分割表面

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\10.06.02\divide_face.prt。

步骤 02 选择下拉菜单插入(S) ➡ 修剪(T) ➡ 分割面(D)...命令，系统弹出“分割

面”对话框。

步骤 03 定义需要分割的面。在图形区选取图 10.6.12 所示的曲面为被分割的曲面，单击鼠标中键确认。

步骤 04 定义分割对象。在图形区选取图 10.6.13 所示的曲线串为分割对象。

步骤 05 定义投影方向。在对话框投影方向区域的投影方向下拉列表中选择沿矢量选项，在图形区选取 ZC 轴并单击按钮，此时生成图 10.6.14 所示的曲面分割预览。

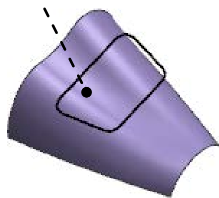


图 10.6.12 选择要分割的曲面

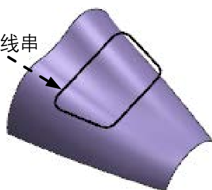


图 10.6.13 选择曲线串

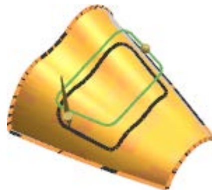


图 10.6.14 曲面分割预览

步骤 06 在“分割面”对话框中单击< 确定 >按钮，完成曲面的分割操作。

4. 修剪与延伸

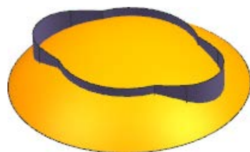
使用修剪与延伸(N)...命令可以创建修剪曲面，也可以通过延伸所选定的曲面创建拐角，以达到修剪或延伸的效果。选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)...命令，系统弹出“修剪和延伸”对话框。该对话框提供了“距离”“百分比”“直至选定对象”和“制作拐角”等方式。“距离”和“百分比”方式与下一节中“相切的”延伸用法相同，这里不作介绍。下面以图 10.6.15 所示的修剪与延伸曲面为例来说明“制作拐角”修剪与延伸方式的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.02\trim_and_extend.prt。

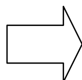
步骤 02 选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)...命令，系统弹出“修剪和延伸”对话框。

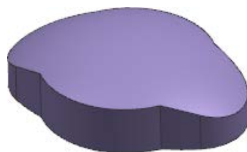
步骤 03 设置对话框选项。在类型区域的下拉列表中选择制作拐角选项，在设置区域的延伸方法下拉列表中选择自然曲率选项。

步骤 04 定义目标面。选取图 10.6.16 所示的片体为目标面，单击中键确定。



a）修剪与延伸前





b）修剪与延伸后

图 10.6.15 修剪与延伸曲面

步骤 05 定义刀具面。在图形区选取图 10.6.16 所示的曲面。

步骤 06 定义修剪方向。双击图 10.6.17 所示的箭头，改变修剪的方向。在“修剪和延伸”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的修剪与延伸操作（图 10.6.15b）。



图 10.6.16　选取参照面

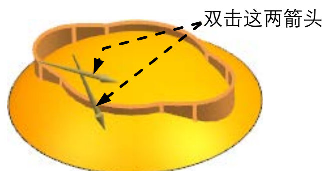


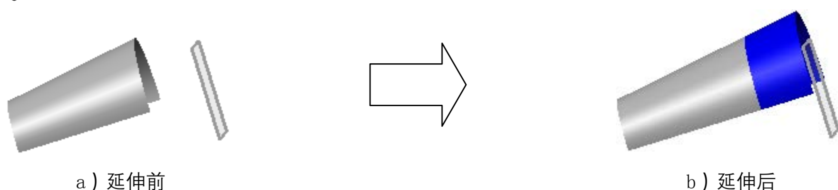
图 10.6.17　改变修剪与延伸的方向

10.6.3　延伸曲面

曲面的延伸就是在现有曲面的基础上，通过曲面的边界或曲面上的曲线进行延伸，以扩大曲面。

1. “相切的”延伸

“相切的”延伸是以参考曲面（被延伸的曲面）的边缘拉伸一个曲面，拉伸方向与曲面的切线方向相同，因而所生成的曲面与参考曲面相切。图 10.6.18 所示的延伸曲面的一般操作过程如下。



a）延伸前　　b）延伸后

图 10.6.18　曲面延伸的创建

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.03\extension_1.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 曲面(R) → 延伸(X)... 命令（或者在“曲面”工具栏中单击 按钮），系统弹出图 10.6.19 所示的“延伸”对话框。

步骤 03 定义曲面的延伸方式。在“延伸”对话框中单击 相切的 按钮，系统弹出图 10.6.20 所示的“相切延伸”对话框（一）。

图 10.6.19 所示“延伸”对话框中的按钮说明如下。

- 相切的：该按钮用于生成相切于面、边或拐角的曲面。相切的延伸通常是相邻于现有基面的边或拐角生成，是一种扩展基面的方法。
- 垂直于曲面：该按钮用于沿着位于一个面上的现有曲线生成一个该面法向的延伸曲面。

◆ 有角度的：该按钮用于沿着位于一个面上的现有曲线以指定相对于现有面的角度来生成一个延伸曲面。

◆ 圆形：该按钮用于从光顺曲面的边上生成一个圆弧的延伸曲面。



图 10.6.19 “延伸”对话框



图 10.6.20 “相切延伸”对话框（一）

步骤 04 定义延伸长度方式。单击“相切延伸”对话框中的 固定长度 按钮，系统弹出图 10.6.21 所示的“固定的延伸”对话框（一）。

步骤 05 在图形区选取图 10.6.22 所示的曲面作为需要延伸的曲面，系统弹出“固定的延伸”对话框。

步骤 06 选取图 10.6.22 所示曲面的边缘，此时图形区中出现曲面的延伸方向，如图 10.6.23 所示，同时系统弹出图 10.6.24 所示的“相切延伸”对话框（二）。

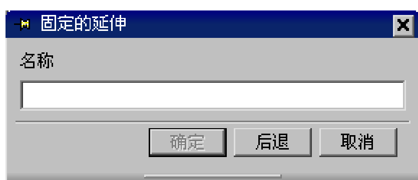


图 10.6.21 “固定的延伸”对话框（一）

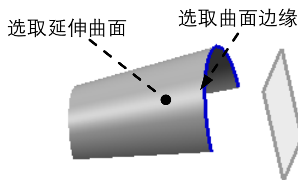


图 10.6.22 选择延伸曲面

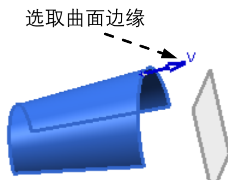


图 10.6.23 选择曲面边缘

步骤 07 定义延伸长度。在“相切延伸”对话框（二）中单击 长度 文本框后的 按钮，系统弹出图 10.6.25 所示的快捷菜单。在该快捷菜单中选择 测量(M)... 命令，系统弹出图 10.6.26 所示的“测量距离”对话框。

步骤 08 在图形区选取图 10.6.27 所示的曲面边缘和基准平面 1 作为测量对象，单击“测量距离”对话框中的 确定 按钮，完成测量操作，再单击“相切延伸”对话框（二）中的 确定 按钮，系统弹出图 10.6.28 所示的“固定的延伸”对话框（二）。

步骤 09 在“固定的延伸”对话框（二）中单击 取消 按钮，完成延伸曲面的创建。

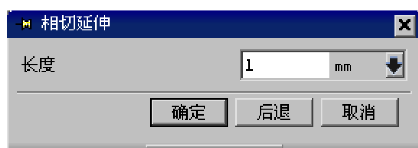


图 10.6.24 “相切延伸”对话框（二）

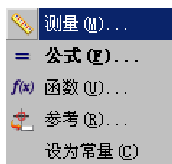


图 10.6.25 快捷菜单

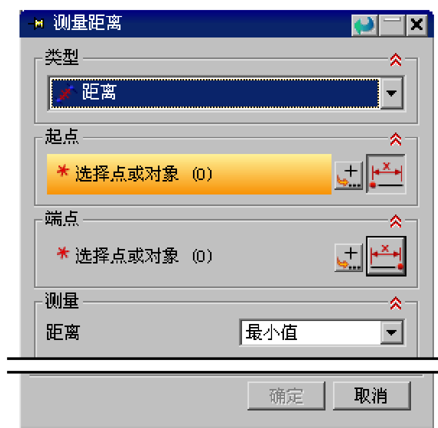


图 10.6.26 “测量距离”对话框

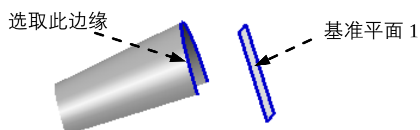


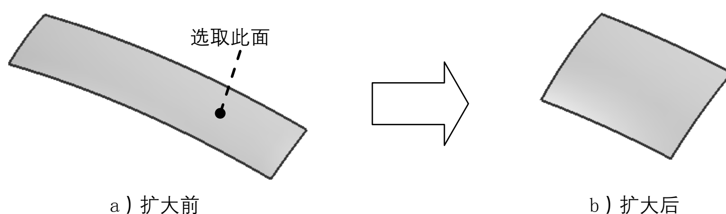
图 10.6.27 选取特征



图 10.6.28 “固定的延伸”对话框（二）

2. 扩大曲面

使用 扩大(A)... 命令可以对未修剪过的曲面的大小进行编辑，编辑后的曲面将丢失参数，属于非参数化编辑命令。用户也可以设定“编辑一个副本”选项使创建的新曲面与源曲面相关联，而且允许改变各个未修剪边的尺寸。图 10.6.29 所示创建扩大曲面的一般操作过程如下。



a）扩大前　　b）扩大后

图 10.6.29 曲面的扩大

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.03\enlarge.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 曲面(R) ➡ 扩大(A)... 命令，系统弹出“扩大”对话框（一）（此时“扩大”对话框中的所有选项均不可用）。

步骤 03 在图形区选取图 10.6.29a 所示的曲面，此时“扩大”对话框（一）中的各个选项均激活，如图 10.6.30 所示，图形区中显示图 10.6.31 所示的可沿 U、V 方向拖动的控制点。

步骤 04 在"扩大"对话框（一）中设置图 10.6.30 所示的参数（可以在文本框中直接输入，也可以移动文本框后的滑块），单击 确定 按钮，系统弹出图 10.6.32 所示的"扩大"对话框（二），单击 是(Y) 按钮，完成曲面的扩大操作。



图 10.6.30 "扩大"对话框（一）

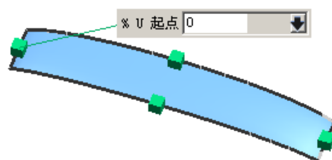


图 10.6.31 U、V 方向的控制点

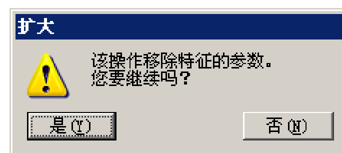


图 10.6.32 "扩大"对话框（二）

图 10.6.30 所示"扩大"对话框（一）中的各选项按钮说明如下。

◆ 调整大小参数 区域：用于设置扩大面的大小参数。
  - ☑ 全部：选中该复选框后，移动下面的任一单个的滑块，所有的滑块会同时移动，且文本框中显示相同的数值。
  - % U 起点 文本框：用于输入 U 方向的起点值。
  - % U 终点 文本框：用于输入 U 方向的终点值。
  - % V 起点 文本框：用于输入 V 方向的起点值。
  - % V 终点 文本框：用于输入 V 方向的终点值。
  - 重置调整大小参数：当对扩大面大小参数调整之后单击其后的按钮，刷新扩大面效果。

◆ 设置 区域：定义扩大曲面的方法。

- ◉ 线性：用于在单一方向上线性地延伸扩大片体的边。选择该单选项，则只能增大曲面，而不能减小曲面。
- ◉ 自然：用于自然地延伸扩大片体的边。选择该单选项，可以增大曲面，也可以减小曲面。
- ☑ 编辑副本：取消选中此复选框时，所得的结果是一个不可再编辑的曲面；当选中此复选框时，将从源曲面复制出一个曲面进行扩大，并且扩大后的曲面是可再次编辑的参数化曲面。

10.6.4 曲面的缝合

曲面的缝合功能可以将两个或两个以上的曲面连接形成一个曲面。图 10.6.33 所示的曲面缝合的一般过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.06.04\sew.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 组合体(B) ➡ 缝合(W)... 命令，系统弹出图 10.6.34 所示的“缝合”对话框。

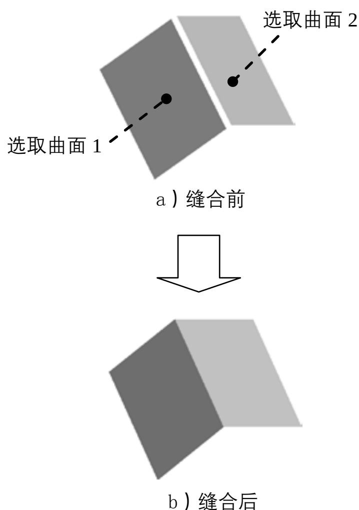


图 10.6.33 曲面的缝合

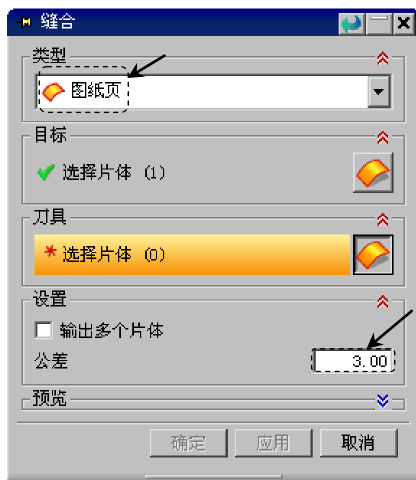


图 10.6.34 “缝合”对话框

步骤 03 设置对话框选项。在“缝合”对话框类型区域的下拉列表中选择 图纸页 选项。

步骤 04 定义目标片体和刀具片体。在图形区选取图 10.6.33a 所示的曲面 1 为目标片体，然后选取曲面 2 为刀具片体。

步骤 05 设置缝合公差。在“缝合”对话框的公差文本框中输入值 3.00，然后单击 确定 按钮（或者单击中键），完成曲面的缝合操作。

10.7 曲面的实体化操作

曲面的创建最终是为了生成实体，所以曲面的实体化在设计过程中是非常重要的。曲面的实体化有多种类型，下面分别介绍。

类型一：封闭曲面的实体化

封闭曲面的实体化就是将一组封闭的曲面转化为实体特征。图 10.7.1 所示的封闭曲面实体化的操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D：\ugsc60\work\ch10.07\surface_solid.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 视图(V) → 截面(S) → 新建截面(T)... 命令，系统弹出“视图截面”对话框。在 类型 选项组中选取 一个平面 选项；然后单击 剖切平面 区域的“设置平面至 Y”按钮，此时可看到在图形区中显示的特征为片体（图 10.7.2）。单击此对话框中的 取消 按钮。

步骤 03 缝合封闭曲面。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 缝合(W)... 命令，系统弹出“缝合”对话框。选取图 10.7.3 所示的曲面和片体特征，其他均采用默认设置值。单击 确定 按钮，完成实体化操作。

步骤 04 选择下拉菜单 视图(V) → 截面(S) → 新建截面(T)... 命令，系统弹出“视图截面”对话框。在 类型 选项组中选取 一个平面 选项；在 剖切平面 区域中单击 按钮，此时可看到在图形区中显示的特征为实体（图 10.7.4）。单击此对话框中的 取消 按钮。

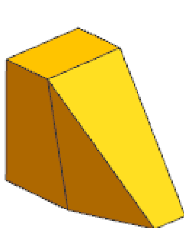


图 10.7.1 封闭曲面的实体化

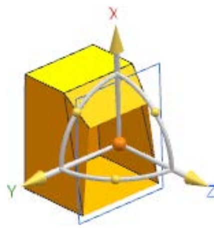


图 10.7.2 剖面视图

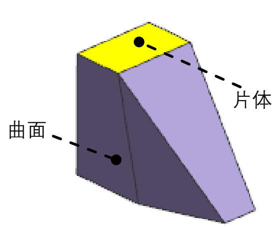


图 10.7.3 选取特征

类型二：开放曲面的加厚

曲面加厚功能可以将曲面进行偏置生成实体，并且生成的实体可以和已有的实体进行布尔运算。图 10.7.5 所示的曲面加厚的一般过程如下。

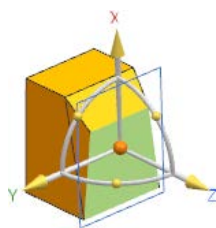


图 10.7.4　剖面视图

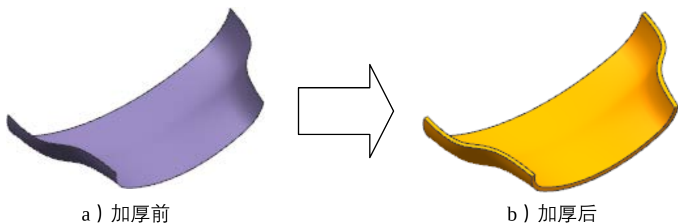


图 10.7.5　曲面加厚的一般过程

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.07\thickeness.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 加厚(T)... 命令，系统弹出“加厚”对话框。

步骤 03 在“加厚”对话框的 偏置 1 文本框中输入数值 2.5，其他采用默认设置值，在绘图区选取图 10.7.5a 所示的曲面为加厚的面，采用默认的加厚方向。单击 < 确定 > 按钮，完成曲面加厚操作。

类型三：使用补片创建实体

曲面的补片功能就是使用片体替换实体上的某些面，或者将一个片体补到另一个片体上。图 10.7.6 所示的使用补片创建实体的一般过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.07\surface_solid_replace.prt。

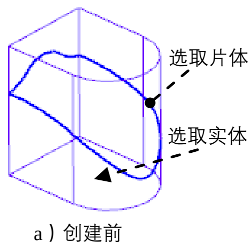
步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 补片(C)... 命令，系统弹出“补片”对话框。

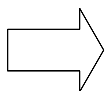
步骤 03 在绘图区选取图 10.7.6a 所示的实体为要修补的体特征，选取图 10.7.6a 所示的片体为用于修补的体特征。单击“反向”按钮，使其与图 10.7.7 所示的方向一致。

步骤 04 单击“补片”对话框中的 确定 按钮，完成补片操作。



在进行补片操作时，工具片体的所有边缘必须在目标体的面上，而且工具片体必须在目标体上创建一个封闭的环，否则系统会提示出错。





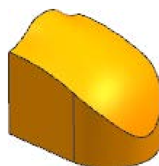


图 10.7.6　创建补片实体

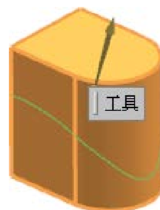


图 10.7.7　移除方向

10.8 曲面倒圆角

利用倒圆角功能可以在两组曲面或实体表面之间建立光滑连接的过渡曲面。生成的过渡曲面的截面线可以是圆弧、二次曲线、等参数曲线或其他类型的曲线。

10.8.1 边倒圆

使用边倒圆可以使至少由两个面共享的选定边缘变光顺。倒圆角时就像沿着被倒圆角的边缘（圆角半径）滚动一个球，同时使球始终与在此边缘处相交的各个面接触。创建图 10.8.1 所示的边倒圆的一般过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.08.01\blend.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令，系统弹出图 10.8.2 所示的“边倒圆”对话框。

步骤 03 在图形区选取图 10.8.3 所示的边缘曲线，系统弹出 半径 1 文本框，在该文本框中输入值 10，单击中键确认。

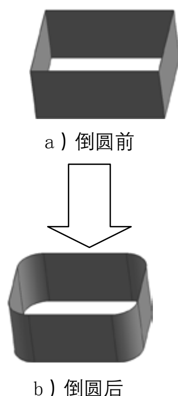


图 10.8.1 边倒圆

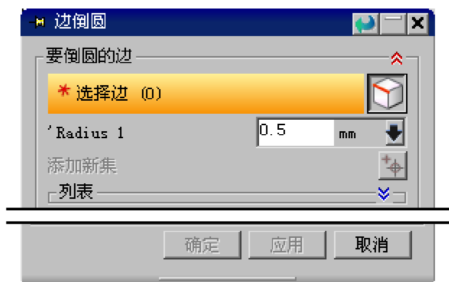


图 10.8.2 “边倒圆”对话框

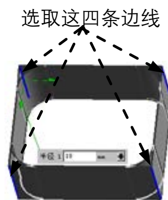


图 10.8.3 选取边缘曲线

步骤 04 在“边倒圆”对话框中单击 确定 按钮，完成边倒圆操作。

10.8.2 面倒圆

面倒圆(F)... 命令可用于创建复杂的圆角面，该圆角面与两组输入曲面相切，并且可以对两组曲面进行裁剪和缝合。圆角面的横截面可以是圆弧或二次曲线。

创建图 10.8.4 所示的圆形横截面面倒圆的一般操作过程如下。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.08.02\face_blend_01.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 面倒圆(F)... 命令（或单击 按钮），系统弹出图 10.8.5 所示的“面倒圆”对话框，在 类型 区域的下拉列表中选择

滚动球选项。

步骤 03 在绘图区选取图 10.8.4a 所示的面 1，单击鼠标中键，选取图 10.8.4a 所示的面 2，在倒圆横截面区域的形状下拉列表中选择圆形选项，在半径方法下拉列表中选择恒定选项，在半径文本框中输入值 10。在“面倒圆”对话框中单击应用按钮，系统弹出“面倒圆”对话框。

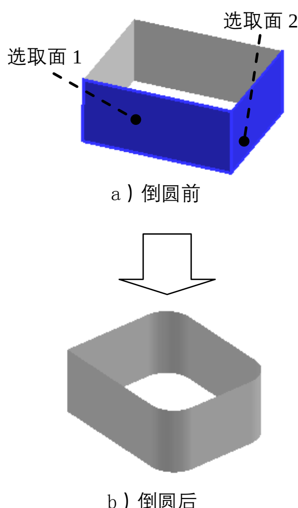


图 10.8.4 面倒圆特征



图 10.8.5 “面倒圆”对话框

步骤 04 在绘图区选取图 10.8.6 所示的面 2，单击鼠标中键，选取图 10.8.6 所示的面 3，在半径文本框中输入值 10，其他参数采用系统默认设置。在“面倒圆”对话框中单击应用按钮，系统再次弹出“面倒圆”对话框。

步骤 05 在绘图区选取图 10.8.7 所示的面，单击鼠标中键，选取图 10.8.8 所示的面 4，在半径文本框中输入值 10，其他参数采用系统默认设置。单击“面倒圆”对话框中的确定按钮，完成面倒圆操作。

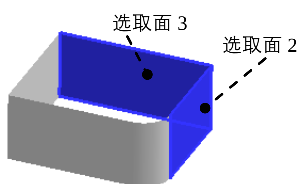


图 10.8.6 面倒圆参照

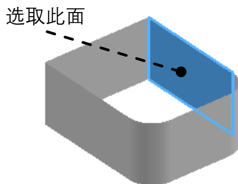


图 10.8.7 面倒圆参照

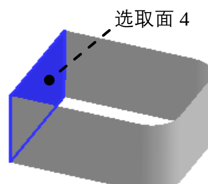


图 10.8.8 面倒圆参照

图 10.8.5 所示“面倒圆”对话框中的各个选项说明如下。

◆ 类型区域：可以定义“滚动球”和“扫掠截面”两种面倒圆的方式。

- 滚动球（滚动球）：使用滚动的球体创建面倒圆，倒圆截面线由球体与两组曲面的交点确定。
- 扫掠截面（扫掠截面）：沿着脊线曲线扫掠横截面，倒圆横截面的平面始终垂直于脊线曲线。

◆ 形状区域：定义倒圆横截面是圆弧线或者二次曲线。

- 圆形：定义倒圆横截面的形状为圆形。
- 二次曲线：定义倒圆横截面的形状为二次曲线形式。

◆ 半径方法下拉列表：定义倒圆时半径为恒定的、规律控制的，或者为相切约束。

- 恒定：使用恒定半径（正值）进行倒圆。
- 规律控制的：依照规律函数在沿着脊线曲线的单个点处定义可变的半径。
- 相切约束：控制倒圆半径，其中倒圆面与选定曲线/边缘保持相切约束。

10.9 曲面分析

曲面设计过程中或设计完成后要对曲面进行必要的分析，以检查是否达到设计过程的要求及设计完成后的要求。曲面分析工具用于评估曲面品质，找出曲面的缺陷位置，从而方便修改和编辑曲面，以保证曲面的质量。下面具体介绍 UG NX 6.0 中的一些曲面分析功能。

10.9.1 曲面连续性分析

曲面的连续性分析功能主要用于分析曲面之间的位置连续、斜率连续、曲率连续和曲率斜率的连续性。下面以图 10.9.1 所示的曲面为例，介绍如何分析曲面连续性。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.09.01\continuity.prt。

步骤 02 选择下拉菜单 分析(L) ➡ 形状(S) ➡ 曲面连续性(C)... 命令，系统弹出图 10.9.2 所示的“曲面连续性”对话框。

步骤 03 在类型区域的下拉列表中选择 边到面 选项。

步骤 04 在图形区选取图 10.9.1 所示的通过曲线组网格曲面的边线作为第一个边缘集，单击中键，然后选取图 10.9.1 所示的桥接曲面作为第二个边缘集。

步骤 05 定义连续性分析类型。在连续性检查区域中单击“位置”按钮 G0（位置），取消位置连续性分析；单击“曲率”按钮 G2（曲率），开启曲率连续性分析。

步骤 06 定义显示参数。设置图 10.9.2 所示的显示参数，然后在显示标签区域中选择按钮，则两曲面的交线上自动显示曲率梳，单击 确定 按钮，完成曲面连续性分析，如图 10.9.3

所示。

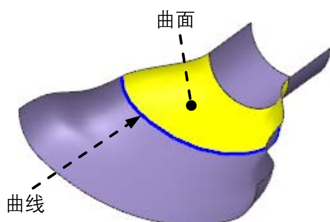


图 10.9.1　曲面模型

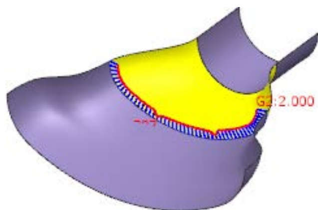


图 10.9.3　曲率连续性分析



图 10.9.2　“曲面连续性”对话框

图 10.9.2 所示“曲面连续性”对话框的选项及按钮说明如下。

- 类型区域：包括“边到边”按钮和“边到面”按钮，用于设置偏差类型。
  - 边到边：分析边缘与边缘之间的连续性。
  - 边到面：分析边缘与曲面之间的连续性。
- 连续性检查区域：包括“位置”按钮G0(位置)、“相切”按钮G1(相切)、“曲率”按钮G2(曲率)和“加速度”按钮G3(流)，用于设置连续性检查的类型。
  - G0(位置)：分析位置连续性，显示两条边缘线之间的距离分布。
  - G1(相切)：分析斜率连续性，检查两组曲面在指定边缘处的斜率连续性。
  - G2(曲率)：分析曲率连续性，检查两组曲面之间的曲率误差分布。
  - G3(流)：分析曲率的斜率连续性，显示曲率变化率的分布。
- 曲率检查下拉列表：当检查G2(曲率)连续性时，用于指定曲率分析的类型。

10.9.2　曲面反射分析

反射分析主要用于分析曲面的反射特性（从面的反射图中我们能观察曲面的光顺程度，通俗的理解是：面的光顺度越好，面的质量就越高），使用反射分析可显示从指定方向观察曲面上自光源发出的反射线。下面以图 10.9.4 所示的曲面为例，介绍反射分析的方法。

步骤 01　打开文件 D:\ugsc60\work\ch10.09.02\reflection.prt。

步骤 02　选择下拉菜单 分析(L) → 形状(S) → 面(F) → 反射(F)... 命令，系统弹出图 10.9.5 所示的“面分析－反射”对话框。

步骤 03　选取图 10.9.4 所示的曲面作为反射分析的对象。

步骤 04　选中 图像类型 区域中的“直线图像”选项，然后在颜色条纹类型中选择条纹，其他选项均采用系统默认设置值。

步骤 05　在图 10.9.5 所示的“面分析－反射”对话框中单击 确定 按钮，完成反射分析（图 10.9.6）。



图 10.9.4　曲面模型



图 10.9.6　反射分析



图 10.9.5　“面分析－反射”对话框

图 10.9.5 所示“面分析－反射”对话框中的部分选项及按钮说明如下。

◆ 图像类型 区域：用于指定图像显示的类型，包括、和三种类型。
  ● （直线图像）：用直线图像进行反射分析。
  ● （场景图像）：使用场景图像进行反射分析。
  ● （用户指定的图像）：使用用户自定义的图像进行反射分析。
◆ 面反射度 滑块：拖动其后的滑块，可以改变曲面反射的强度。
◆ 移动图像 滑块：拖动其后的滑块，可以对反射图像进行水平、竖直的移动或旋转。
◆ 图像大小 下拉列表：该下拉列表用于指定图像的大小。

- 显示曲面分辨率下拉列表：该下拉列表设置面分析显示的公差。
- （显示小平面边缘）：使用高亮显示边界来显示所选择的面。
- （重新高亮显示面）：重新高亮显示被选择的面。
- 更改曲面法向区域：设置分析面的法向方向。
  - （指定内部位置）：使用单点定义全部所选的分析面的面法向。
  - （面法向反向）：反向分析面的法向矢量。



图 10.9.6 所示的结果与其所处的视图方位有关，如果调整模型的方位，会得到不同的显示结果。

10.10　曲面设计综合应用

10.10.1　曲面设计综合应用一

案例概述：

本案例介绍了一款汽车后视镜的设计过程。该设计过程是首先创建一系列草图曲线，再利用草图曲线构建出多个网格曲面，然后利用缝合和求和等命令将曲面合并成一个整体曲面，最后将整体曲面转变成实体模型。同时，详细讲解了收敛点的产生原因及去除收敛点的方法。汽车后视镜模型如图 10.10.1 所示。

步骤 01 新建文件。新建一个零件模型文件，命名为 rearview_mirror。

步骤 02 创建图 10.10.2 所示的草图 1。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 YC-XC 基准平面为草图平面；绘制图 10.10.2 所示的草图 1；选择下拉菜单 草图(K) → 完成草图(K) 命令，退出草图环境。



图 10.10.1　汽车后视镜模型

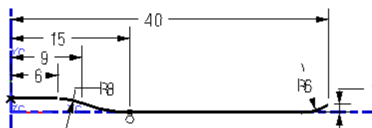


图 10.10.2　绘制草图 1

步骤 03 创建图 10.10.3 所示的草图 2。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 YC-XC 基准平面为草图平面；绘制图 10.10.4 所示的草图 2。

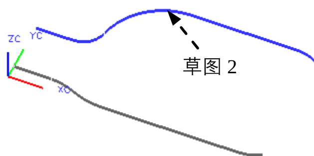


图 10.10.3 草图 2（三维建模下）

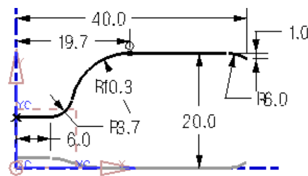


图 10.10.4 绘制草图 2

步骤 04 创建图 10.10.5 所示的基准平面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 点和方向 选项，在绘图区选取图 10.10.5 所示的点，在 法向 区域的下拉列表中选择 -XC 选项。

步骤 05 创建图 10.10.6 所示的草图 3。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 步骤 04 所创建的基准平面 1 为草图平面，在 草图方位 区域的 参考 下拉列表中选择 水平 选项，单击按钮，在绘图区选取 YC 基准轴；绘制图 10.10.6 所示的草图 3。



图 10.10.6 所示的草图 3 中，圆弧的两个端点分别与草图 1 和草图 2 的端点重合。

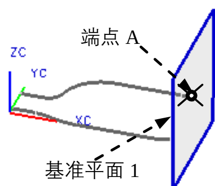


图 10.10.5 创建基准平面 1

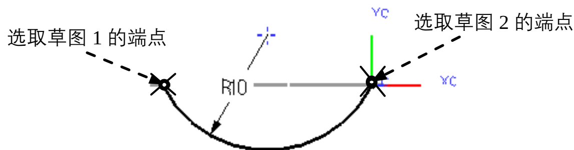


图 10.10.6 绘制草图 3

步骤 06 创建图 10.10.7 所示的草图 4。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 ZC-YC 基准平面为草图平面；绘制图 10.10.7 所示的草图 4。



在图 10.10.7 所示的草图 4 中，圆弧的两个端点分别与草图 1 和草图 2 的端点重合。

步骤 07 创建图 10.10.8 所示的基准平面 2。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 按某一距离 选项，在绘图区选取 ZC-YC 基准平面，在 偏置 区域的 距离 文本框中输入值 15。

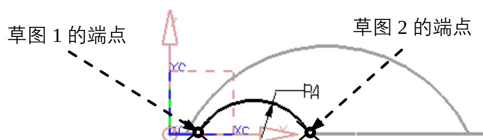


图 10.10.7　绘制草图 4

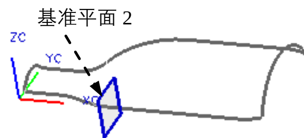


图 10.10.8　基准平面 2

步骤 08 创建基准点。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 交点 选项，在绘图区选取图 10.10.9 所示的基准平面 2，再选取图 10.10.9 所示的圆弧。

步骤 09 创建图 10.10.10 所示的草图 5。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 步骤 07 所创建的基准平面 2 为草图平面；绘制图 10.10.10 所示的草图 5。

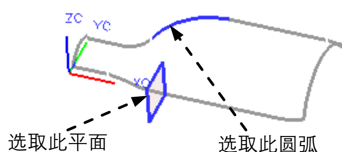


图 10.10.9　创建基准点

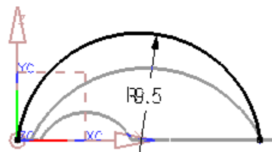


图 10.10.10　绘制草图 5



在图 10.10.10 所示的草图 5 中，圆弧的两个端点分别与坐标原点和 步骤 08 所创建的基准点重合。

步骤 10 创建图 10.10.11 所示的草图 6。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 YC-XC 基准平面为草图平面；绘制图 10.10.12 所示的草图 6。



图 10.10.11　草图 6（三维建模下）

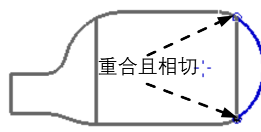
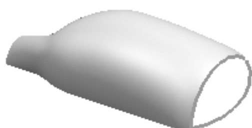


图 10.10.12　绘制草图 6



在图 10.10.12 所示的草图 6 中，圆弧的两个端点分别与草图 1 和草图 2 相切，且与草图 1 和草图 2 的端点重合。

步骤 11 创建图 10.10.13 所示网格曲面特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线网格(M)... 命令；选择图 10.10.14 所示的曲线 1，单击鼠标中键后选取曲线 2，单击中键选取曲线 3，单击中键确认。再次单击中键后，选取图 10.10.15 所示的曲线 4，单击鼠标中键后选取曲线 5。


图 10.10.13 网格曲面特征 1

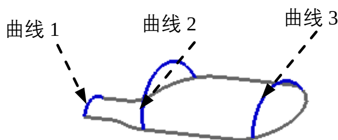


图 10.10.14 选取主曲线

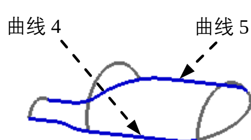
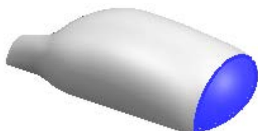


图 10.10.15 选取交叉线



在定义主曲线时，所选曲线的方向必须一致，交叉线的方向也必须一致。

步骤 12 创建图 10.10.16 所示网格曲面特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令；选择图 10.10.17 所示的曲线 1，单击鼠标中键后选取曲线 2，在 连续性 区域 第一截面 的下拉列表中选择 G1(相切) 选项，选取图 10.10.18 所示的曲面，其他参数采用系统默认设置。


图 10.10.16 网格曲面特征 2

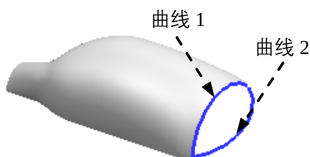


图 10.10.17 选取曲线串

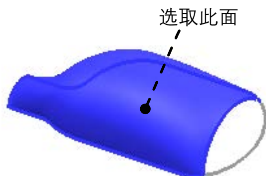


图 10.10.18 选取相切面



由于选取的两组截面线串相交于一点，所以 步骤 12 所示的网格曲面特征 2 的两端为收敛点。为消除此收敛点，特创建 步骤 15 所示的拉伸特征。

步骤 13 创建曲面缝合特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 组合体(B) → 缝合(W)... 命令；选取 步骤 11 所创建的网格曲面特征 1 为缝合的目标片体，选取 步骤 12 所创建的网格曲面特征 2 为缝合刀具片体。

步骤 14 创建图 10.10.19 所示的草图 7。选择下拉菜单 插入(S) → 草图(S)... 命令；选取 YC-XC 基准平面为草图平面；绘制图 10.10.19 所示的草图 7。

步骤 15 创建图 10.10.20 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；在绘图区选取 步骤 14 所创建的草图 7；在“拉伸”对话框 限制 区

域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项，在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，其他参数采用系统默认设置。

步骤 16 创建图 10.10.21 所示网格曲面特征 3。选择下拉菜单插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线网格(M)...命令；选择图 10.10.22 所示的曲线 1，单击鼠标中键后选取曲线 2，单击中键确认。再次单击中键后，选取图 10.10.22 所示的曲线 3，单击鼠标中键后选取曲线 4。在连续性区域第一主线串的下拉列表中选择G1（相切），并单击按钮，选取图 10.10.23 所示的曲面，在最后主线串的下拉列表中选择G1（相切），并单击按钮，选取图 10.10.23 所示的曲面，在连续性区域第一交叉线串的下拉列表中选择G1（相切），并单击按钮，选取图 10.10.23 所示的曲面。

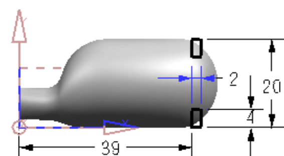


图 10.10.19 绘制草图 7

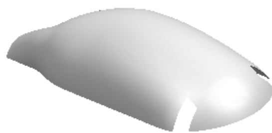

图 10.10.20 拉伸特征 1


图 10.10.21 网格曲面特征 3



在定义网格曲面特征时，应注意曲线的方向，如图 10.10.22 所示。

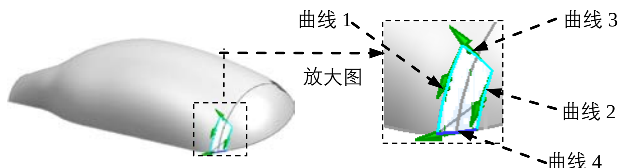


图 10.10.22 选取网格曲面

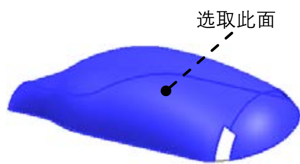


图 10.10.23 选取相切面

步骤 17 创建网格曲面特征 4。参照步骤 16 创建另一侧的曲面（图 10.10.24）。

步骤 18 创建曲面缝合特征 2。选择下拉菜单插入(S) → 组合体(B) → 缝合(W)...命令；选取图 10.10.24 所示的面为缝合的目标片体；选取图 10.10.25 所示的面为缝合刀具片体。

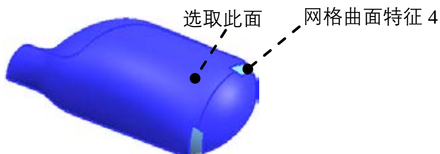


图 10.10.24 选取目标片体

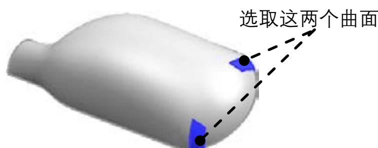


图 10.10.25 选取刀具片体

步骤 19 创建图 10.10.26 所示的加厚特征。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 加厚(T)... 命令；在 面 区域中单击按钮，选取图 10.10.27 所示的曲面；在 偏置 1 文本框中输入值 0.8，在 偏置 2 文本框中输入值 0，采用系统默认方向。

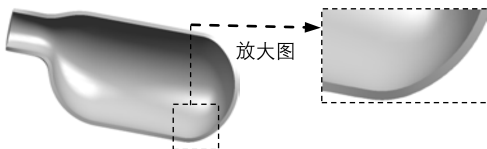


图 10.10.26 加厚特征

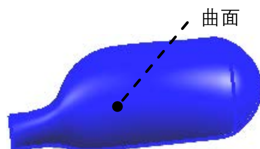


图 10.10.27 定义加厚特征

步骤 20 创建图 10.10.28 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 ZC-YC 基准平面为草图平面，绘制图 10.10.29 所示的截面草图；在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值-2；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 48；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，选取整个实体为求差对象。



在创建拉伸特征前，将整个片体特征隐藏起来。



图 10.10.28 拉伸特征 2

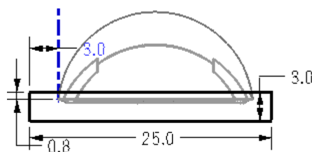


图 10.10.29 绘制截面草图

步骤 21 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

10.10.2 曲面设计综合应用二

案例概述：

本案例介绍了杯盖的设计过程。此例中面倒圆命令的运用是一个亮点，在有些时候，直接倒圆角可能会出错或得不到预期的效果，这时就可以尝试其他方法。另外，此例中通过扫掠特征的创建得到产品外形的细节部分也是非常巧妙的。零件模型如图 10.10.30 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.10.02 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch10.10.02\cup_cover.prt。

10.10.3　曲面设计综合应用三

案例概述：

本案例介绍了一款微波炉旋钮的设计过程。该设计过程是首先创建一个回转曲面，然后创建一系列草图曲线，利用所创建的曲线构建几个独立的曲面，再利用缝合等工具将独立的曲面变成一个整体面组，最后将整体面组变成实体模型。本案例采用了辅助面的设计方法。微波炉旋钮模型如图 10.10.31 所示。



图 10.10.30　杯盖



图 10.10.31　微波炉旋钮



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.10.03 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch10.10.03\gas_switch.prt。

10.10.4　曲面设计综合应用四

案例概述：

本案例介绍了饮水机开关的设计过程。通过对曲面的修剪得到产品的外形是本例设计的最大亮点。通过对本例的学习，读者能够熟练地掌握拉伸、边倒圆、扫掠、修剪片体、有界平面、缝合和镜像等特征的应用。零件模型如图 10.10.32 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.10.04 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch10.10.04\handle.prt。

10.10.5　曲面设计综合应用五

案例概述：

本案例介绍了一个订书机盖的设计过程。主要运用了一些常用命令，包括拉伸、扫掠、修剪体和倒圆角等命令。其设计思路是首先通过曲面创建出实体的外形，再通过缝合创建出实体，其中，修剪体和有界平面命令使用得很巧妙。零件模型如图 10.10.33 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.10.05 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch10.10.05\stapler.prt。



图 10.10.32 饮水机开关

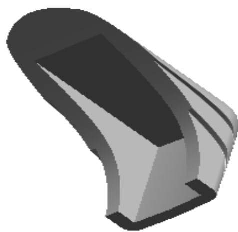


图 10.10.33 订书机盖

10.10.6 曲面设计综合应用六

案例概述：

本案例再现了生活中常用的产品——水嘴手柄。此例的设计思路是先绘制产品的外形控制曲线，再通过曲线得到模型的整体曲面特征。在创建曲面时要对可能产生收敛点的曲面有足够的重视，因为很多时候由于收敛点的存在，使后续设计无法进行或变得非常复杂。本例对于收敛点的去除方法将有介绍。水嘴手柄模型如图 10.10.34 所示。



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.10.06 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch10.10.06\tap_switch.prt。

10.10.7 曲面设计综合应用七

案例概述：

本案例介绍了控制面板的设计过程。通过对本案例的学习，读者能够熟练地掌握拉伸、偏置曲面、修剪片体、偏置曲线、桥接曲线、通过曲线网格、缝合、边倒圆和抽壳等特征命令的应用。零件模型如图 10.10.35 所示。



图 10.10.34 水嘴手柄



图 10.10.35 控制面板



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.10.07 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch10.10.07\remote_control.prt。

第 11 章　运动仿真与分析

11.1　概述

UG NX 运动仿真是在初步设计、建模、组装完成的机构模型的基础上，添加一系列的机构连接和驱动，使机构进行运转，从而模拟机构的实际运动，分析机构的运动规律，研究机构静止或运行时的受力情况，最后根据分析和研究的数据对机构模型提出改进和进一步优化设计的过程。

运动仿真模块是 UG NX 主要的组成部分，它可以直接使用主模型的装配文件，并可以对一组机构模型建立不同条件下的运动仿真，每个运动仿真可以独立的编辑而不会影响主模型的装配。

UG NX 机构运动仿真的主要分析和研究类型如下。

- 分析机构的动态干涉情况。主要是研究机构运行时各个子系统或零件之间有无干涉情况，及时发现设计中的问题。在机构设计中期对已经完成的子系统进行运动仿真，还可以为下一步的设计提供空间数据参考，以便留有足够的空间进行其他子系统的设计。
- 跟踪并绘制零件的运动轨迹。在机构运动仿真时，可以指定运动构件中的任一点为参考并绘制其运动轨迹，这对于研究机构的运行状况很有帮助。
- 分析机构中零件的位移、速度、加速度、作用力与反作用力以及力矩等。
- 根据分析研究的结果初步修改机构的设计。一旦提出改进意见，可以直接修改机构主模型进行验证。
- 生成机构运动的动画视频，与产品的早期市场活动同步。机构的运行视频可以作为产品的宣传展示，用于客户交流，也可以作为内部评审时的资料。

11.1.1　运动仿真界面与工具条介绍

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.01.01\motion.prt。

步骤 02 进入运动仿真模块。选择 开始 → 运动仿真 (Q)... 命令，进入运动仿真模块；在运动导航窗口选择 motion_1，右击，在弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令，运动仿真界面如图 11.1.1 所示。

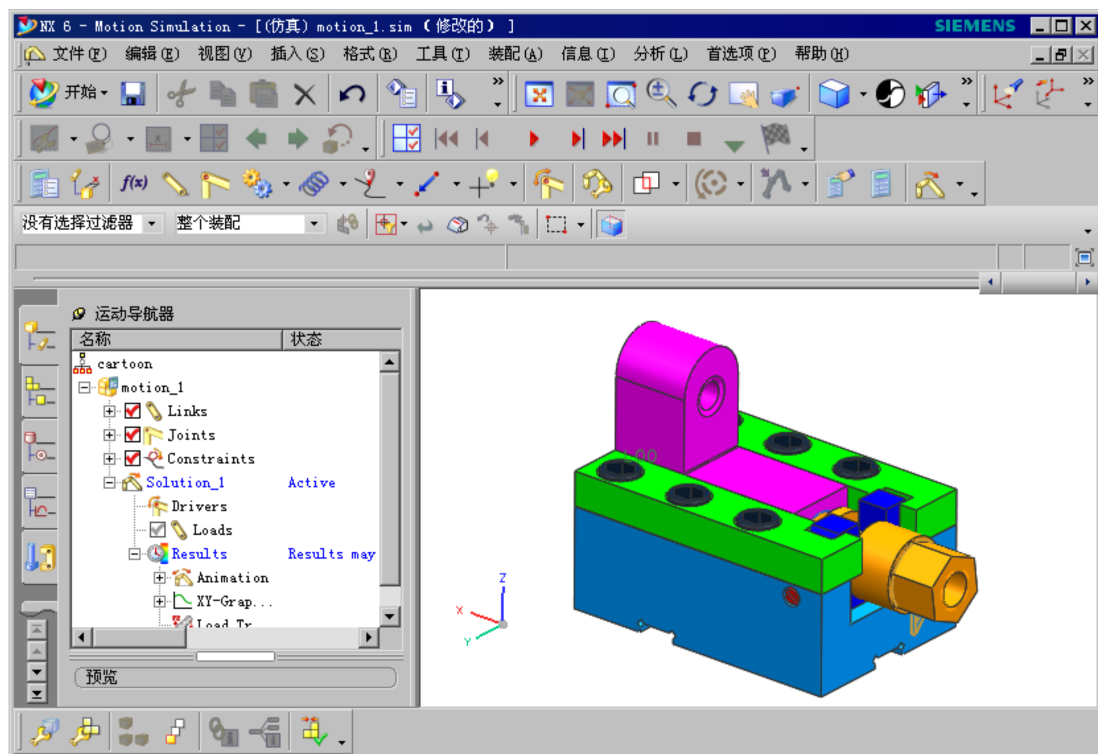


图 11.1.1　UG NX 6.0 运动仿真界面

在运动仿真模块中，与“机构”相关的操作命令主要位于 插入(S) 下拉菜单中，如图 11.1.2 所示，工具条列出下拉菜单中常用的工具条，如图 11.1.3 所示。

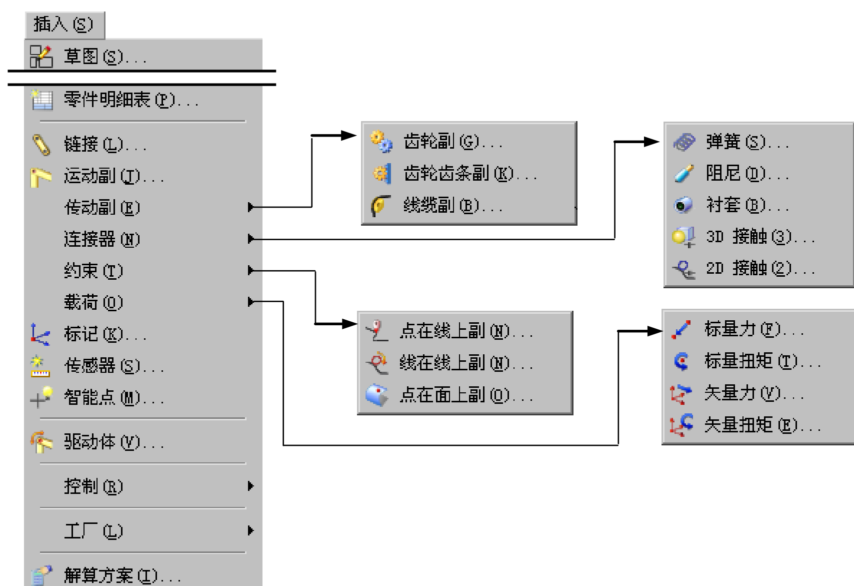


图 11.1.2　“插入”下拉菜单

图 11.1.3 所示“运动”工具条中各按钮的说明如下。

◆ A（环境）：设置运动仿真的类型为运动学或动力学。
◆ B（主模型尺寸）：用于修改部件的特征或草图尺寸。
◆ C（函数管理器）：创建相应的函数并绘制图表，用于确定运动驱动的标量力、矢量力或扭矩。
◆ D（连杆）：用于定义机构中刚性体的部件。

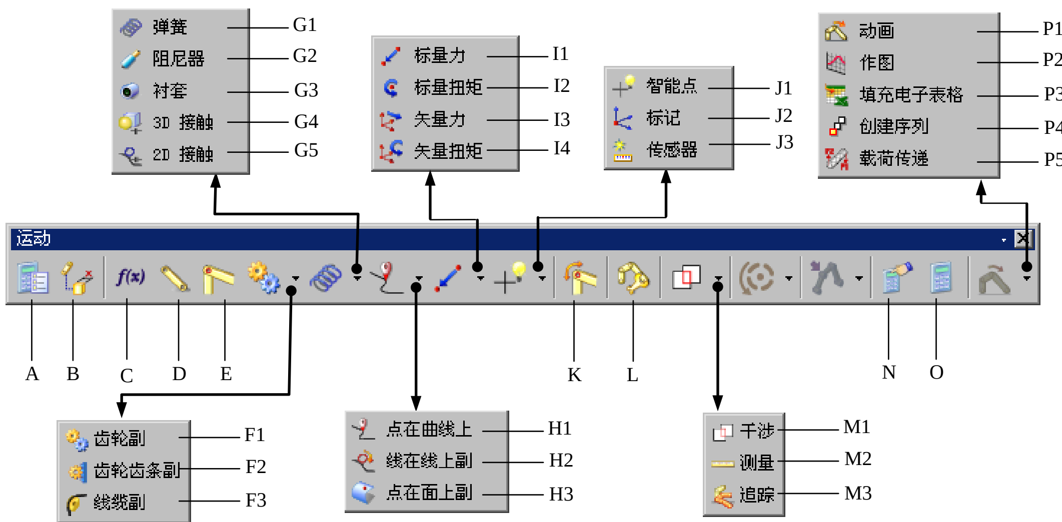


图 11.1.3　“运动”工具条

◆ E（运动副）：用于定义机构中连杆之间的受约束的情况。
◆ F1（齿轮副）：用于定义两个旋转副之间的相对旋转运动。
◆ F2（齿轮齿条副）：用于定义滑动副和旋转副之间的相对运动。
◆ F3（线缆副）：用于定义两个滑动副之间的相对运功。
◆ G1（弹簧）：在两个连杆之间、连杆和框架之间创建一个柔性部件，使用运动副施加力或扭矩。
◆ G2（阻尼器）：在两个连杆、一个连杆和框架、一个可平移的运动副或在一个旋转副上创建一个反作用力或扭矩。
◆ G3（衬套）：创建圆柱衬套，用于在两个连杆之间定义柔性关系。
◆ G4（3D 接触）：在机构中的零件之间定义接触关系。
◆ G5（2D 接触）：在共面的两条曲线之间创建接触关系，使附着于这些曲线上的连杆产生与材料有关的影响。
◆ H1（点在曲线上）：将连杆上的一个点与曲线建立接触约束。

- H2（线在线上副）：将连杆上的一条曲线与另一曲线建立接触约束。
- H3（点在面上副）：将连杆上的一个点与面建立接触约束。
- I1（标量力）：用于在两个连杆或在一个连杆和框架之间创建标量力。
- I2（标量扭矩）：在围绕旋转副和轴之间创建标量扭矩。
- I3（矢量力）：用于在两个连杆或在一个连杆和框架之间创建一个力，力的方向可保持恒定或相对于一个移动体而发生变化。
- I4（矢量扭矩）：在两个连杆或在一个连杆和一个框之间创建一个扭矩。
- J1（智能点）：用于创建与选定几何体关联的一个点。
- J2（标记）：用于创建一个标记，该标记必须位于需要分析的连杆上。
- J3（传感器）：创建传感器对象以监控运动对象相对仿真条件的位置。
- K（驱动）：为机构中的运动副创建一个独立的驱动。
- L（编辑运动对象）：用于编辑连杆、运动副、力、标记或运动约束。
- M1（干涉）：用于检测整个机构是否与选中的几何体之间在运动中存在碰撞。
- M2（测量）：用于测量机构中两组几何体之间的最小距离或最小夹角。
- M3（追踪）：在运动的每一步创建选中几何体对象的副本。
- N（解算方案）：创建一个新解算方案，其中定义了分析类型、解算方案类型以及特定于解算方案的载荷和运动驱动。
- O（求解）：创建求解运动和解算方案并生成结果集。
- P1（动画）：根据机构在指定时间内仿真步数，执行基于时间的运动仿真。
- P2（作图）：为选定的运动副和标记创建指定可观察量的图表。
- P3（填充电子表格）：将仿真中每一步运动副的位移数据填充到一个电子表格文件。
- P4（创建序列）：为所有被定义为机构连杆的组件创建运动动画装配序列。
- P5（载荷传递）：计算反作用载荷以进行结构分析。

11.1.2　运动仿真参数预设置

在 UG NX 运动仿真模块中，选择下拉菜单 首选项(P) → 运动(T)... 命令，系统弹出“运动首选项”对话框，如图 11.1.4 所示。该对话框主要用于设置运动仿真的环境参数，如运动对象的显示、单位、重力常数、求解器参数和后处理参数等。

图 11.1.4 所示的“运动首选项”对话框中部分选项的说明如下。

- ☑ 名称显示：该选项用于控制机构中的连杆、运动副以及其他对象的名称是否显示在图形区中，对于打开的机构对象和以后创建的对象均有效。

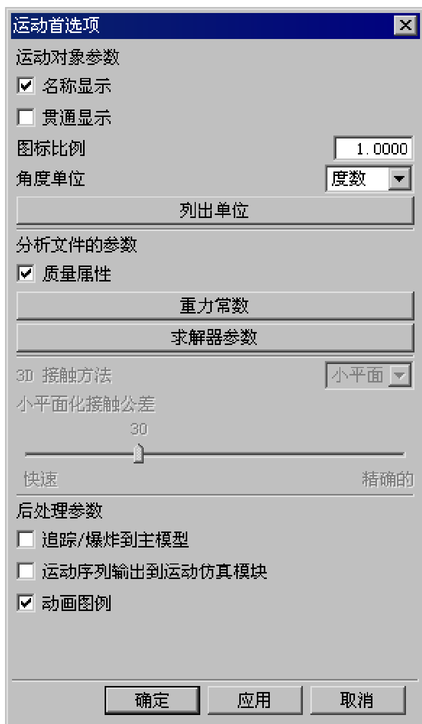


图 11.1.4 “运动首选项”对话框

◆ 贯通显示：该选项用于控制机构对象图标的显示效果，选中该复选框后所有对象的图标会完整显示，而不会受到模型的遮挡，也不会受到模型的显示样式（如着色、线框等）的影响。

◆ 图标比例：该选项用于控制机构对象图标的显示比例，修改比例后对于打开的机构对象和以后创建的对象均有效。

◆ 角度单位：该选项用于设置机构中输入或显示的角度单位。单击下方的 列出单位 按钮，系统会弹出一个信息窗口，在该窗口中会显示当前机构中的所有单位。值得注意的是，机构的单位制由创建的原始主模型决定，单击 列出单位 按钮得到的信息窗口只供用户查看当前单位，而不能修改单位。

◆ 质量属性：该选项用于控制运动仿真时是否启动机构的质量属性，也就是机构中零件的质量、重心以及惯性等参数。如果是简单的位移分析，可以不考虑质量。但是在进行动力学分析时，必须启用质量属性。

◆ 重力常数：单击该按钮，系统弹出图 11.1.5 所示的“全局重力常数”对话框，在该对话框中可以设置重力的方向及大小。



图 11.1.5 “全局重力常数”对话框

◆ 求解器参数：单击该按钮，系统弹出图 11.1.6 所示的“求解器参数”对话框。在该对话框中可以设置运动仿真求解器的参数。求解器是用于解算运动仿真方案的工具，是一种基于积分和微分方程理论的数学计算软件。

图 11.1.6 所示的“求解器参数”对话框中部分选项的说明如下。

◆ “求解器参数”对话框中的参数主要用于设置求解积分器的类型以及计算精度，精

度设置越高，消耗的系统资源越多，计算时间越长。

◆ 积分器的类型有两种：N-R（Newton-Raphson）积分器（使用牛顿迭代法的计算机程序）和鲁棒 N-R（Robust Newton-Raphson）积分器，在进行静态力平衡问题分析时，最好选择鲁棒 N-R 积分器。

◆ 最大步长用于设置积分和微分方程的 dx 因子，值越小，精度越高。

◆ 最大迭代次数用于设置积分器的最大迭代次数，当解算器的迭代次数达到最大，计算结果与理论微分方程之间的误差未达到要求时，解算器结束求解。

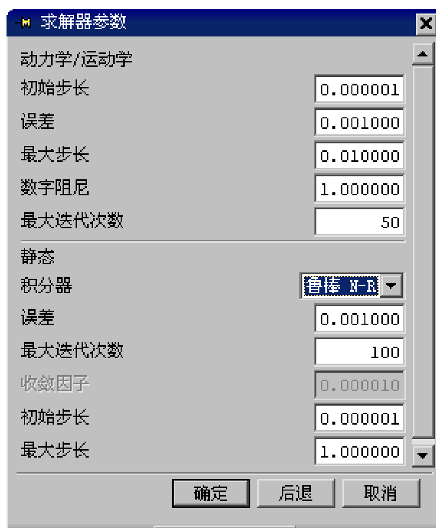


图 11.1.6 “求解器参数”对话框

11.1.3 运动仿真流程

通过 UG NX 6.0 进行机构的运动仿真大致流程如下。

步骤 01 将创建好的模型调入装配模块进行装配。

步骤 02 进入机构运动仿真模块。

步骤 03 新建一个动力学仿真文件。

步骤 04 为机构指定连杆。

步骤 05 为机构设置运动副并根据运动需要在运动副上设置驱动。

步骤 06 在机构中添加仿真对象。

步骤 07 定义解算方案。

步骤 08 开始仿真。

步骤 09 获取运动分析结果。

11.2 连杆和运动副

机构装配完成后，各个部件并不能按装配模块中的连接关系连接起来，还必须再为每个部件赋予一定的运动学特性，即为机构指定连杆及运动副。在运动学中，连杆和运动副两者是相辅相成的，缺一不可。运动是基于连杆和运动副的，而运动副是创建于连杆上的副。

11.2.1 连杆

新建运动仿真文件完成后，需要将机构中的元件定义为“连杆”(Links)。这里的“连杆”并不是单指“连杆机构”中的杆件，而是指能够满足运动需要的，使用运动副连接在一起的机构元件。连杆相互连接，构成运动机构，连杆在整个机构中主要是进行运动的传递。机构中所有参与当前运动仿真的部件都必须定义为连杆，在机构运行时固定不动的元件则需要定义为“固定连杆”。

定义连杆需要指定一个几何体对象，几何体对象可以是二维的，如草图、曲线等，也可以是三维的，如曲面、实体等，同一个几何对象只能属于一个连杆，定义连杆时可以选择独立的几何体，也可以选择一个零件。

选择定义连杆命令有以下 3 种方法。

方法一：选择下拉菜单 插入(S) ➡ 链接(L)... 命令。

方法二：在“运动”工具条中单击“连杆”按钮。

方法三：在运动导航器窗口右击 motion_1，在弹出的快捷菜单中选择 新建连杆... 命令。

下面以一个实例讲解指定连杆的一般过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.02.01\links.prt。

步骤 02 选择 开始 ➡ 运动仿真(O)... 命令，进入运动仿真模块。

步骤 03 新建仿真文件。

(1)在“运动导航器”中右击 links，在弹出的快捷菜单中选择 新建仿真 命令，系统弹出图 11.2.1 所示的“环境”对话框。

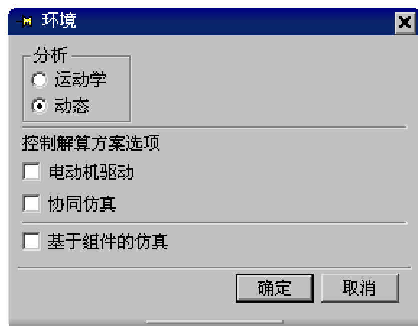


图 11.2.1 “环境”对话框

图 11.2.1 所示的“环境”对话框说明如下。

◆ 运动学：选中该单选项，指在不考虑运动原因状态下，研究机构的位移、速度、加速度与时间的关系。

◆ 动态：选中该选项，指考虑运动的真正因素，包括力、摩擦力、组件的质量和惯性及其他影响运动的因素。

（2）在“环境”对话框中选中 动态 单选项，单击 确定 按钮，在系统弹出的图 11.2.2 所示的“机构运动副向导”对话框中单击 取消 按钮。

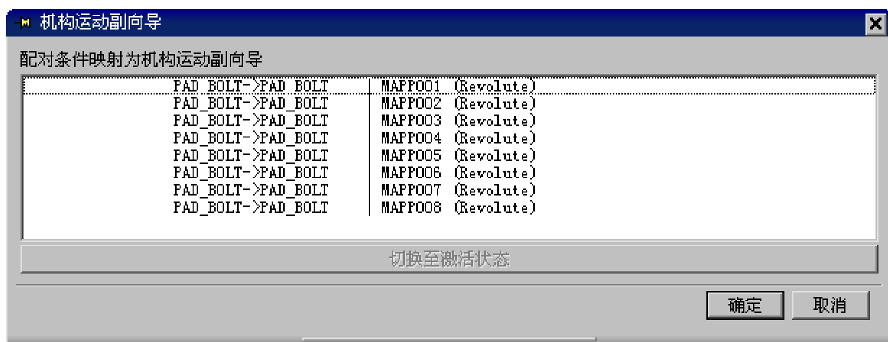


图 11.2.2 “机构运动副向导”对话框

图 11.2.2 所示的“机构运动副向导”对话框说明如下。

◆ 确定：单击该按钮，接受系统自动对机构进行分析而生成的机构运动副向导，且为系统中的每一个相邻零件创建一个运动副，这些运动副可以根据分析需要进行激活或不激活。

◆ 取消：单击该按钮，不接受系统自动生成的机构运动副。

步骤 04 选择下拉菜单 插入(S) → 链接(L)... 命令，系统弹出图 11.2.3 所示的“连杆”对话框。

步骤 05 定义第一个连杆（固定连杆）。在“连杆”对话框中选中 ☑ 固定连杆 复选框，在 选择几何对象以定义连杆 的提示下，选取图 11.2.4 所示的对象（共 12 个零部件）为连杆 1 对象（具体操作请参看随书光盘视频）。

步骤 06 单击“连杆”对话框中的 应用 按钮，完成连杆 1 的指定。

图 11.2.3 所示“连杆”对话框的选项说明如下。

◆ 连杆对象：该区域用于选取零部件作为连杆。

◆ 质量属性选项：用于设置连杆的质量属性。

- 自动：选择该选项，系统将自动为连杆设置质量。
- 用户定义：选择该选项后，将由用户设置连杆的质量。

◆ 在 质量属性选项 区域的下拉列表中选择 用户定义 选项后，质量和惯性 区域中的选项即被激活，用于设置质量和惯性的相关属性。

- 初始移动速度：用于设置连杆最初的移动速度。
- 初始转动速度：用于设置连杆最初的转动速度。
- 设置：用于设置连杆的基本属性。
  - ☑ 固定连杆：选中该复选框后，连杆将固定在当前位置不动。
  - 名称：通过该文本框可以为连杆指定一个名称。

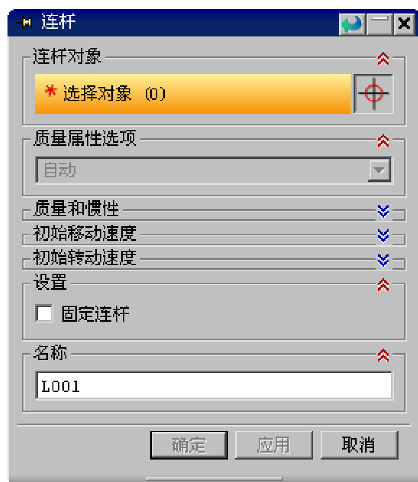


图 11.2.3 “连杆”对话框

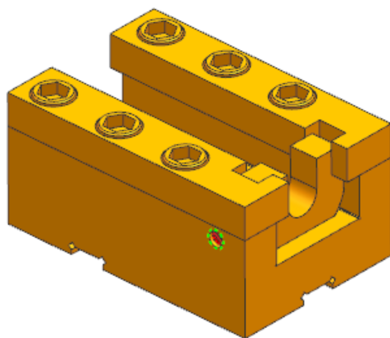


图 11.2.4 选取连杆 1 对象

步骤 07 定义第二个连杆。在“连杆”对话框中取消选中 ☐ 固定连杆 复选框，选取图 11.2.5 所示的部件（共 1 个零部件、1 条螺旋线和 4 条修饰螺纹线）为连杆 2 对象（具体操作请参看随书光盘视频），单击“连杆”对话框中的 应用 按钮。

步骤 08 定义第三个连杆。在“连杆”对话框中取消选中 ☐ 固定连杆 复选框，选取图 11.2.6 所示的零件（共 1 个零部件、2 条修饰螺纹线和 1 个点）为连杆 3 对象（具体操作请参看随书光盘视频），然后单击“连杆”对话框中的 确定 按钮。完成所有连杆定义。

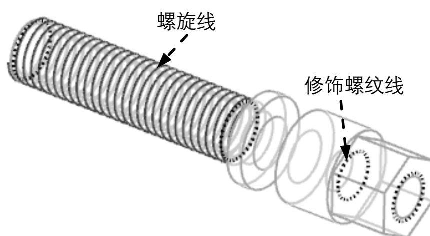


图 11.2.5 定义连杆 2

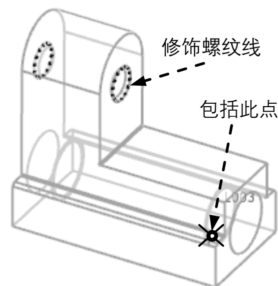


图 11.2.6 定义连杆 3

11.2.2 运动副和驱动

连杆定义完成后，为了组成一个能够运动的机构，必须把两个相邻连杆以一种方式联接起来，这种联接必须是可动连接，不能是固定连接，所以需要为每个部件赋予一定的运动学特性，这种使两个连杆接触而又保持某些相对运动的可动连接称为“运动副”。在运动学中，连杆和运动副两者是相辅相成的，缺一不可。

运动副是指机构中两连杆之间组成的可动连接，添加运动副的目的是为了约束连杆之间的位置，限制连杆之间的相对运动并定义连杆之间的运动方式。在 UG NX 运动仿真中，系统提供了多种运动副可供使用，以满足连杆之间的相对运动要求，如“旋转副”可以实现连杆之间的相对旋转，“滑动副”可以实现连杆之间的直线平移。

选择定义运动副命令有以下 4 种方法。

方法一：选择下拉菜单 插入(S) → 运动副(J)... 命令。

方法二：在“运动”工具条中单击“运动副”按钮。

方法三：在运动导航器窗口右击 motion_1，在快捷菜单中选择 新建运动副 命令。

方法四：在运动导航器窗口右击 Joints，在快捷菜单中选择 新建 命令。

选择定义运动副命令，系统弹出图 11.2.7 所示的“运动副”对话框（一）。

在“运动副”对话框（一）中单击 驾驶员 选项卡，系统弹出图 11.2.8 所示的“运动副”对话框（二），在该对话框中可以定义一部分运动副的驱动，使机构能够运动。

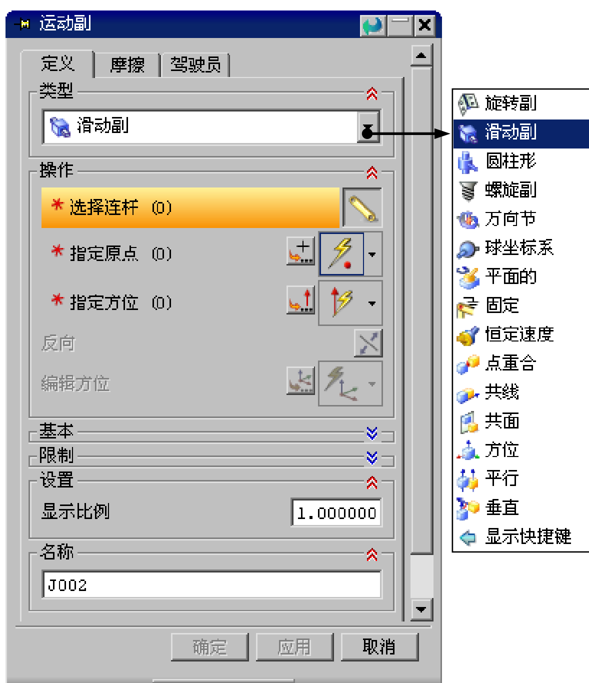


图 11.2.7 “运动副”对话框（一）

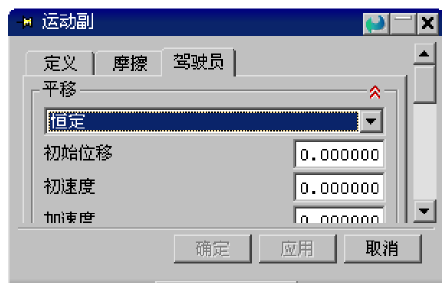


图 11.2.8 “运动副”对话框（二）

图 11.2.8 所示“运动副”对话框（二）中各选项说明如下。

◆ 驾驶员选项卡：该选项卡用于选取为运动副添加驱动的类型。
  - 恒定：设置运动副为等常运动（旋转或者是线性运动），需要的参数是位移、速度和加速度。
  - 简谐：选择该选项，运动副产生一个正弦运动，需要的参数是振幅、频率、相位和角位移。
  - 函数：选择该选项，将给运动副添加一个复杂的、符合数学规律的函数运动。
  - 关节运动：选择该选项，设置运动副以特定的步长和特定的步数运动，需要的参数是步长和位移。

◆ 初始位移文本框：该文本框中输入的数值定义初始位移。

◆ 初速度文本框：该文本框中输入的数值定义运动副的初始速度。

◆ 加速度文本框：该文本框中输入的数值定义运动副的加速度。

1. 旋转副

旋转副可以实现两个杆件绕同一轴作相对转动（图 11.2.9）。旋转副又可分为两种形式：一种是两个连杆绕同一根轴作相对转动，另一种则是一个连杆绕固定的轴进行旋转。

2. 滑动副

滑动副可以实现两个相连的部件互相接触并进行直线滑动（图 11.2.10）。滑动副又可分为两种形式：一种是两个部件同时作相对的直线滑动，另一种则是一个部件在固定的机架表面进行直线滑动。

3. 圆柱副

圆柱副可以连接两个部件，使其中一个部件绕另一个部件进行相对的转动，并可以沿旋转轴方向进行直线运动，如图 11.2.11 所示。

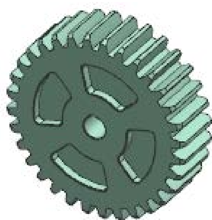


图 11.2.9　旋转副

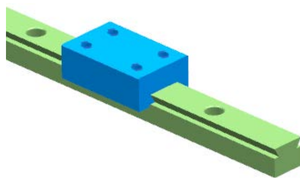


图 11.2.10　滑动副



图 11.2.11　圆柱副

4. 螺旋副

螺旋副可以实现一个部件绕另一个部件作相对的螺旋运动，如图 11.2.12 所示。

5. 万向节

万向节可以连接两个成一定角度的转动连杆，且它有两个转动自由度。它实现了两个部件之间可以绕互相成一定角度的两根轴作相对的转动，如图 11.2.13 所示。

6. 球面副

球面副实现了一个部件绕另一个部件（或机架）作相对三个自由度的运动，它只有一种形式，必须是两个连杆相连，如图 11.2.14 所示。

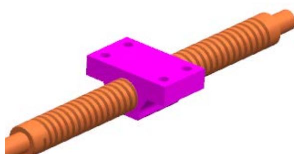

图 11.2.12　螺旋副


图 11.2.13　万向节


图 11.2.14　球面副

7. 平面副

平面副是两个连杆在相互接触的平面上自由滑动，并可以绕平面的法向作自由转动。平面副可以实现两个部件之间以平面相接触，互相约束，如图 11.2.15 所示。

8. 点在线上副

点在线上副可以实现一个部件始终与另一个部件或者是机架之间有点接触。点在线上副有四个运动自由度，如图 11.2.16 所示。

9. 线在线上副

线在线上副模拟了两个连杆的凸轮运动关系。线在线上副不同与点在线上副，点在线上副中，接触点位于同一平面中；而线在线上副中，第一个连杆中的曲线必须和第二个连杆保持接触且相切，如图 11.2.17 所示。

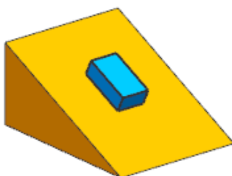
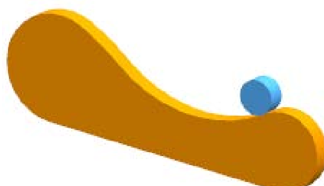

图 11.2.15　平面副


图 11.2.16　点在线上副


图 11.2.17　线在线上副

11.3　仿真力学对象

在 UG NX 6.0 的运动仿真环境中，允许用户给运动机构添加一定的力或载荷，使整个运动仿真处在一个真实的环境中，尽可能使其运动状态与真实的情况相一致。力或载荷只能应用于运动机构的两个连杆、运动副或连杆与机架之间，用来模拟两个零件之间的弹性连接、弹簧或阻尼状态，以及传动力与原动力等零件之间的相互作用。

1. 弹簧

弹簧是一个弹性元件，就是在两个零件之间、连杆和框架之间或在平移的运动副内施加力或扭矩。

2. 阻尼器

阻尼器是一个机构对象，它消耗能量，逐步降低运动的影响，对物体的运动起反作用力。阻尼器经常用于控制弹簧反作用力的行为。

3. 衬套

衬套是定义两个连杆之间的弹性关系的机构对象。它同时还可以起到力和力矩的效果。

4. 3D 接触

3D 接触可以实现一个球与连杆或是机架上所选定的一个面之间发生碰撞的效果。

5. 2D 接触

2D 接触结合了线线运动副类型的特点和碰撞载荷类型的特点，可以将 2D 接触作用在连杆上的两条平面曲线之间。

6. 标量力

标量力可以使一个物体运动，也可以作为限制和延缓物体的反作用力。

7. 标量力矩

标量力矩只能作用在转动副上。正的标量力矩是添加在转动副上绕轴顺时针旋转的力矩。

8. 矢量力

矢量力是有一定大小、以某方向作用的力，且其方向在两坐标中的其中一个坐标中保持不变。标量力的方向是可以改变的，矢量力的方向在某一坐标中始终保持不变。

9. 矢量力矩

矢量力矩是作用在连杆上设定了一定方向和大小的力矩。

11.4 定义解算方案

创建解算方案就是创建一个新的解算方案，可以定义分析类型、解算方案类型及特定于解算方案的载荷和运功驱动。选择下拉菜单 插入(S) → 解算方案(I)... 命令，系统弹出图 11.4.1 所示“解算方案”对话框。

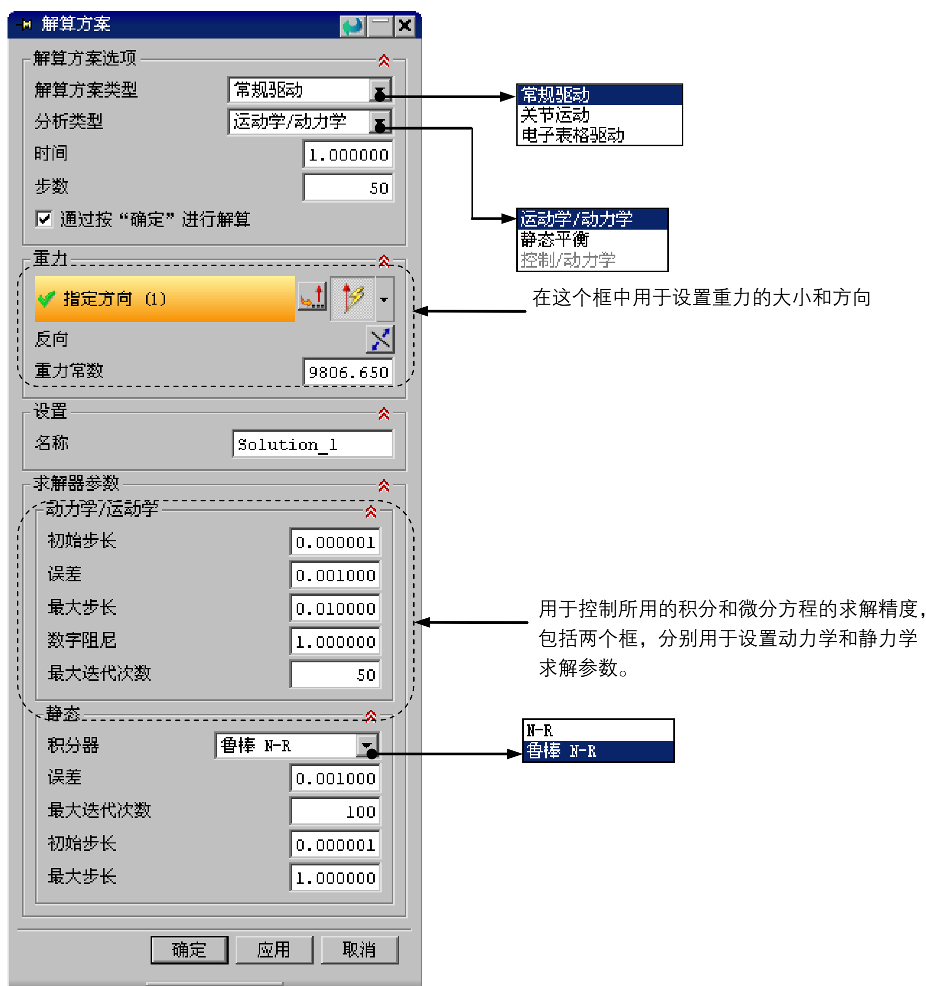


图 11.4.1 “解算方案”对话框

图 11.4.1 所示的“解算方案”对话框说明如下。

◆ 解算方案类型：该下拉列表用于选取解算方案的类型。
  ● 常规驱动：选择该选项，解算方案是基于时间的一种运动形式，在这种运动形式中，机构在指定的时间段内按指定的步数进行运动仿真。
  ● 关节运动：选择该选项，解算方案是基于位移的一种运动形式，在这种运动形式中，机构以指定的步数和步长进行运动。
  ● 电子表格驱动：选择该选项，解算方案是用电子表格功能进行常规和关节运动驱动的仿真。
◆ 分析类型：该下拉列表用于选取解算方案的分析类型。
◆ 时间：该文本框用于设置所用时间段的长度。
◆ 步数：该文本框用于设置在上述时间段内分成的几个瞬态位置（各个步数）进行分析和显示。
◆ 误差：该文本框用于控制求解结果与微分方程之间的误差，最大求解误差越小，求解精度越高。
◆ 最大步长：该文本框用于设置运动仿真模型时，在该选项控制积分和微分方程的 dx 因子，最大步长越小，精度越高。
◆ 最大迭代次数：该文本框用于控制解算器在进行动力学或者静力学分析的最大迭代次数，如果解算器的迭代次数超过了最大迭代次数，而结果与微分方程之间的误差未达到要求，解算就结束。
◆ 积分器：该下拉列表用于指定求解静态方程方法，其中包括 N-R 和 鲁棒 N-R 两个选项。

11.5 运动分析

运动分析用于建立运动机构模型，分析其运动规律。运动分析自动复制主模型的装配文件，并建立一系列不同的运动分析方案，每个分析方案都可以独立修改，而不影响装配模型，一旦完成优化设计方案，就可以直接更新装配模型，达到分析目的。

11.5.1 动画

动画是基于时间的一种运动形式。机构在指定的时间中运动，并指定该时间段中的步数进行运动分析。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.01\cartoon\motion_1.sim。

步骤 02 单击“运动”工具条中的“动画”命令，系统弹出图 11.5.1 所示的“动画”对话框。

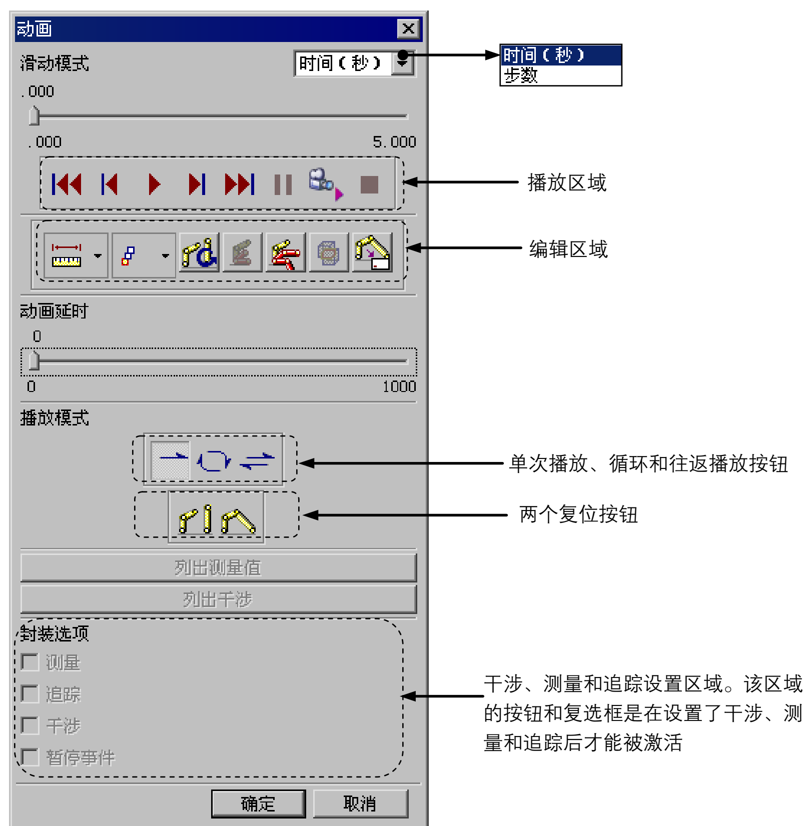


图 11.5.1 “动画”对话框

图 11.5.1 所示“动画”对话框的选项说明如下。

- 滑动模式：该下拉列表用于选择滑动模式，包括时间（秒）和步数两种选项。
  - 时间（秒）：指动画以设定的时间进行运动。
  - 步数：指动画以设定的步数进行运动。
- （设计位置）：单击此按钮，可以使运动模型回到运动仿真前置处理之前的初始三维实体设计状态。
- （装配位置）：单击此按钮，可以使运动模型回到运动仿真前置处理后的 ADAMS 运动分析模型状态。

11.5.2 图表

图表是将生成的电子表格数据，如位移、速度、加速度和力以图表的形式表达仿真结果。图表是从运动分析中提取这些信息的唯一方法。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\ work\ch11.05.02\diagrm\motion_1.sim。

步骤 02 单击“运动”工具条中的 → 生成图表命令，系统弹出图 11.5.2 所示“图表”对话框。

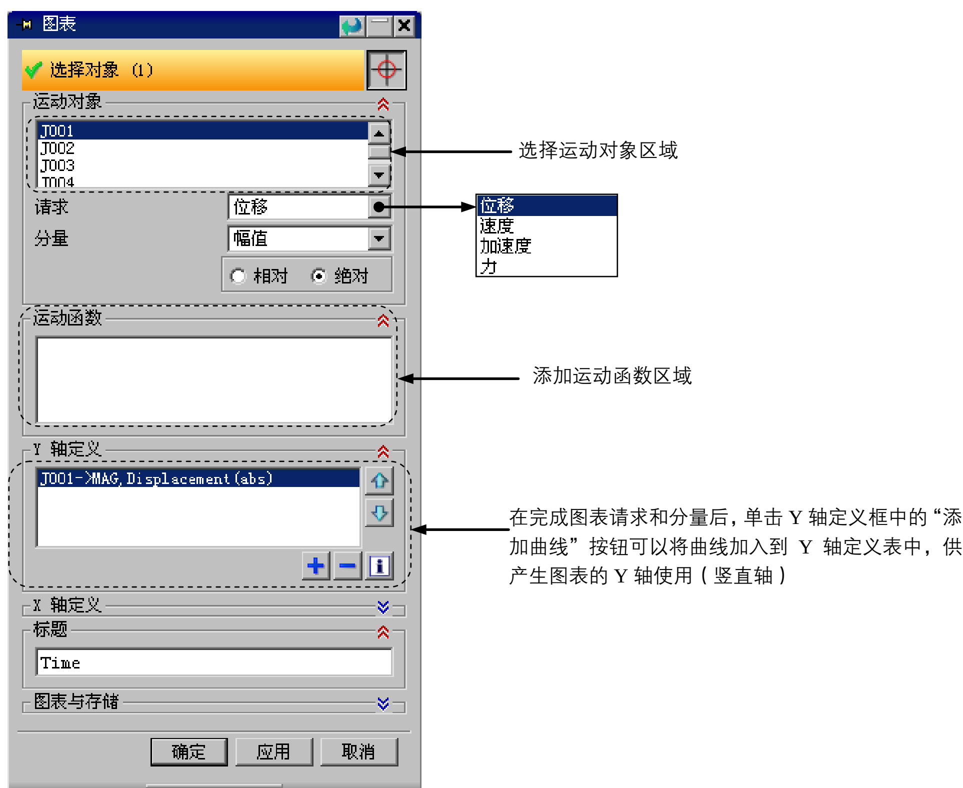


图 11.5.2 “图表”对话框

图 11.5.2 所示的“图表”对话框说明如下。

◆ 请求：该下拉列表用于定义分析模型的数据类型，其中包括位移、速度、加速度和力选项。

◆ 分量：该下拉列表用来定义要分析的数据的值，也就是图表上竖直轴上的值，其中包括幅值、X、Y、Z、角度幅值、欧拉角度 1、欧拉角度 2和欧拉角度 3选项。

◆ 相对：选中该单选项，图表显示的数值是按所选取的运动副或标记的坐标系测量获得的。

◆ 绝对：选中该单选项，图表显示的数值是按绝对坐标系测量获得的。

步骤 03 选择要生成图表的对象并定义其参数。在“图表”对话框的运动对象区域选择J003滑动副，在请求下拉列表中选择位移选项，在分量下拉列表中选择Y选项，单击Y 轴定义区域中的+按钮。单击确定按钮，完成后如图 11.5.3 所示。

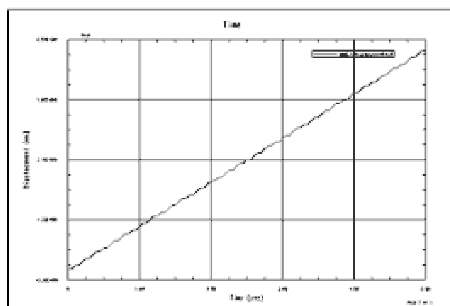


图 11.5.3 生成图表

11.5.3 填充电子表格

机构在运动时，系统内部将自动生成一组数据表。在运动分析过程中，该数据表连续记录数据，在每一次更新分析时，数据表都将重新记录数据。



生成的电子表格数据与图表设置中的参数数据是一致的。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.03\excel\motion_1.sim。

步骤 02 单击“运动”工具条中的 → 填充电子表格命令，系统弹出“填充电子表格”对话框。单击确定按钮，系统自动生成图 11.5.4 所示的电子表格。



该操作是继承生成的电子表格后的步骤。

工作表 在 motion_1

	A	B	C	D	E
1			机构驱动		
2	Time Step	Elapsed T	drv J002,	revolute	
3	0	0.000	0		
4	1	0.050	50		
5	2	0.100	100		
6	3	0.150	150		
7	4	0.200	200		
8	5	0.250	250		
9	6	0.300	300		

Sheet1

图 11.5.4 电子表格

11.5.4 智能点、标记与传感器

智能点、标记与传感器用于分析机构中某些点的运动状态。当要测量某一点的位移、速度、加速度、力、弹簧的位移、弯曲量和其他动力学因子时，都会用到这类测量工具。

1. 智能点

智能点是没有方向的点，只作为空间的一个点来创建，它没有附着在连杆上且与连杆无关。智能点在空间的作用是非常大的，如用智能点识别弹簧的附着点，当弹簧的自由端是“附着在框架上”（接地）的，智能点能精确地定位接地点。



在图表创建中，智能点不是可选对象，只有标记才能用于图表功能中。

在运动仿真模块中选择下拉菜单 插入(S) → 智能点(M)... 命令，系统弹出图 11.5.5 所示的“点”对话框，在模型中选取参考点，然后单击 确定 按钮，完成智能点的创建。

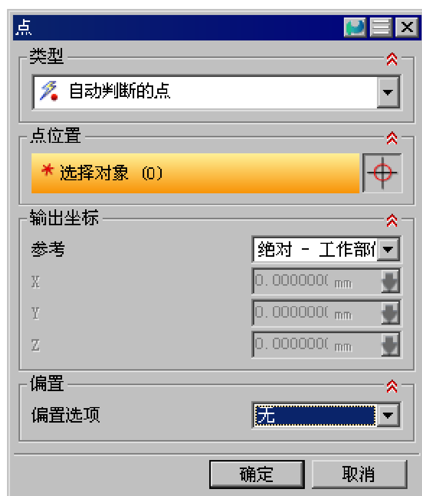


图 11.5.5 “点”对话框

2. 标记

标记不仅与连杆有关，而且有明确的方向定义。标记的方向特性在复杂的动力学分析中非常有用，如需要分析某个点的线性速度或加速度以及绕某个特定轴旋转的角速度和角加速度等。

下面以图 11.5.6 所示的模型为例介绍创建标记的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.04\marker\motion_1.sim。

步骤 02 选择下拉菜单 插入(S) → 标记(K)... 命令，系统弹出图 11.5.7 所示的“标记”对话框。

图 11.5.7 所示的“标记”对话框选项说明如下。

- 关联链接 区域：用于选择定义标记位置的连杆。
- 方向 区域：用于定义标记显示的位置及方位。
- 显示比例 文本框：在该文本框中输入的数值用于定义标记显示的大小。
- 名称 文本框：在该文本框中可以输入用于定义标记显示的名称。



图 11.5.6 创建标记

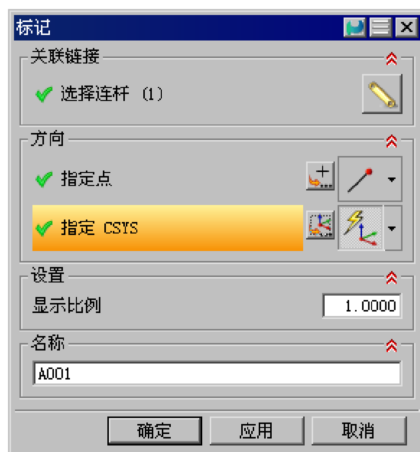


图 11.5.7 “标记”对话框

步骤 03 在系统选择连杆来定义标记位置的提示下，选择图 11.5.8 所示的连杆，在指定点右侧的下拉列表中选择选项，然后选择图 11.5.8 所示的边线；单击指定 CSYS右侧的“CSYS 对话框”按钮，系统弹出图 11.5.9 所示的“CSYS”对话框，在类型下拉列表中选择动态选项，然后单击“操控器”按钮，选择图 11.5.8 所示的点，单击两次确定按钮。

步骤 04 采用系统默认的显示比例和名称，然后单击确定按钮，完成标记的创建。

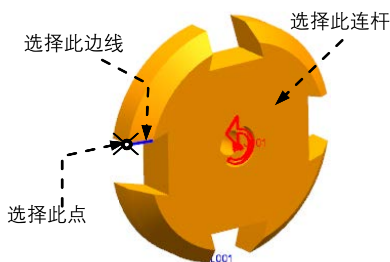


图 11.5.8 定义参照对象

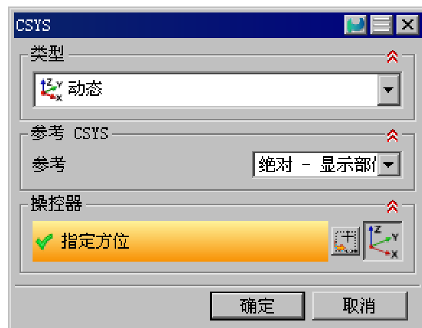


图 11.5.9 “CSYS”对话框

3. 传感器

传感器可以设置在标记或运动副上，能够对添加的对象进行精确的测量。

下面以图 11.5.10 所示的模型为例介绍创建传感器的一般操作过程。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.04\sensors\motion_1.sim。

步骤 02 选择下拉菜单插入(S) → 传感器(S)...命令，系统弹出图 11.5.11 所示的“传感器”对话框。

步骤 03 在“传感器”对话框的类型下拉列表中选择位移选项，在设置区域的组件下

拉列表中选择 X 选项，在 参考框 下拉列表中选择 绝对 选项，在运动导航器中选择运动副 2，单击 确定 按钮，完成传感器的创建。



图 11.5.10　创建传感器

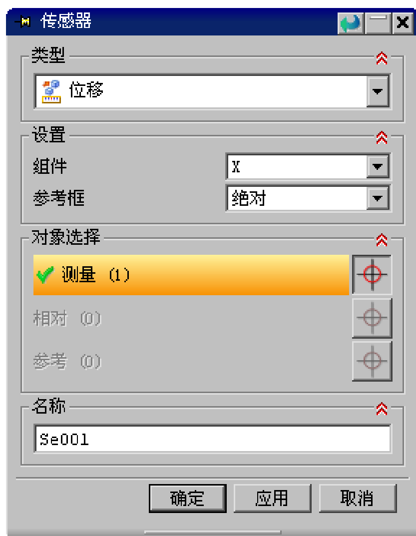


图 11.5.11　“传感器”对话框

11.5.5　干涉、测量和追踪

干涉、测量和追踪都是调用相应的复选框处理所要解算的问题。

1．干涉

干涉检测功能是检测一对实体或片体的干涉重叠量。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.05 \interference\motion_1.sim。

步骤 02 选择“运动”工具条中的 命令，系统弹出图 11.5.12 所示的“干涉”对话框。

步骤 03 选择图 11.5.13 所示的实体 1 为第一组对象，选取实体 2 为第二组对象；在 设置 区域的 模式 下拉列表中选择 精确实体 选项，其他采用系统默认设置，然后单击 确定 按钮，完成操作。

步骤 04 选择“运动”工具条中的 命令，系统弹出图 11.5.14 所示的“动画”对话框。在该对话框中选中 ☑ 干涉 和 ☑ 暂停事件 复选框，然后单击 ▶ 按钮进行播放，此时系统弹出图 11.5.15 所示的“动画事件”对话框。动画停止并提示部件干涉，同时模型加亮显示。

图 11.5.12 所示的“干涉”对话框说明如下。

◆ 类型 下拉列表中包括 高亮显示、创建实体 和 显示相交曲线 选项。

- 高亮显示：选择该选项，在分析时出现干涉，干涉物体会变亮显示。

- 创建实体：选择该选项，在分析时出现干涉，系统会生成一个非参数化的相交实体用来描述干涉体积。
- 显示相交曲线：选择该选项，在分析时出现干涉，系统会生成曲线来显示干涉部分。

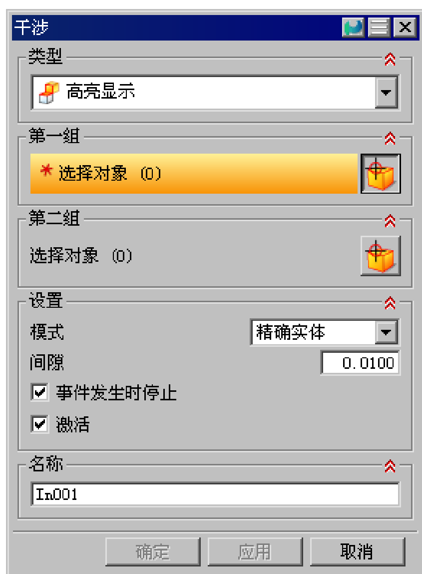


图 11.5.12 “干涉”对话框



图 11.5.14 “动画”对话框

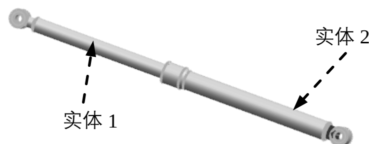


图 11.5.13 定义参照对象

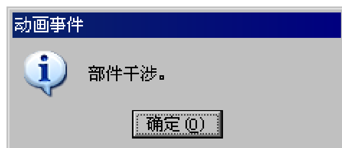


图 11.5.15 “动画事件”对话框

◆ 模式下拉列表中包括小平面和精确实体选项。

- 小平面：选择该选项，是以小平面为干涉对象进行干涉分析。
- 精确实体：选择该选项，是以精确的实体为干涉对象进行干涉分析。

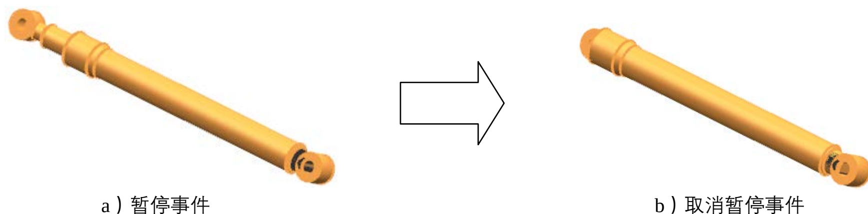
◆ 间隙：该文本框中输入的数值是定义分析时的安全参数。

步骤 05 单击“动画事件”对话框中的确定按钮，然后取消选中“动画”对话框中的☑ 暂停事件复选框，单击▶按钮进行播放，结果如图 11.5.16 所示。单击确定按钮，完成操作。

2. 测量

测量检测功能是测量一对几何体的最小距离和角度。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.05\measure\motion_1.sim。



a）暂停事件　　b）取消暂停事件

图 11.5.16　播放过程

步骤 02　选择"运动"工具条中的 → 测量命令，系统弹出图 11.5.17 所示的"测量"对话框。



图 11.5.17　"测量"对话框

步骤 03　在 类型 区域下拉列表中选择 最小距离 选项，选取图 11.5.18 所示的第一组面和第二组面，在 设置 区域的 阈值 文本框中输入值 10，在 测量条件 下拉列表中选择 小于 选项，并选中 ☑ 事件发生时停止 复选框和 ☑ 激活 复选框，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成操作。

步骤 04　选择"运动"工具条中的 命令，系统弹出"动画"对话框。在该对话框中选中 ☑ 测量 和 ☑ 暂停事件 复选框，然后单击 ▶ 按钮进行播放，可观察到动画过程中测量距离的变化，结果如图 11.5.19 所示；系统弹出图 11.5.20 所示的"动画事件"对话框，动画停止并提示测量距离阈值（默认阈值为 10）已被超出，同时模型测量的地方加亮显示。

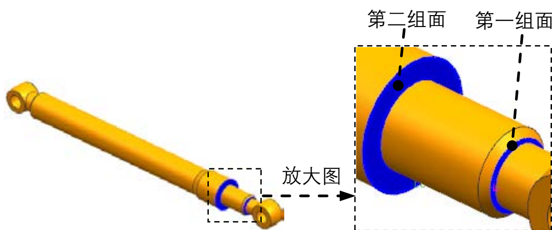


图 11.5.18　定义参照对象

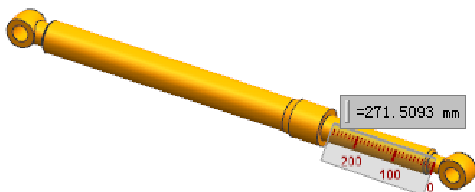


图 11.5.19　播放过程

图 11.5.17 所示的"测量"对话框说明如下。

◆ 类型 下拉列表中包括 最小距离 和 角度 两种选项。

- 最小距离：选择该选项，测量的是两连杆的最小距离值。

- 角度：选择该选项，测量的是两连杆的角度值。

◆ 阈值：该文本框中输入的数值用于定义阈值（参照值）。

◆ 测量条件下拉列表中包括小于、大于和目标选项。

- 小于：选择该选项，测量值小于参照值。
- 大于：选择该选项，测量值大于参照值。
- 目标：选择该选项，测量值等于参照值。

◆ 公差：在该文本框中输入数值用于定义比参照值大或小的一个定值都能符合测量条件。

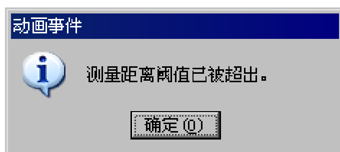


图 11.5.20 “动画事件”对话框

步骤 05 单击“动画事件”对话框中的确定按钮，然后取消选中“动画”对话框中的☑暂停事件复选框，单击▶按钮进行播放，可观察到动画继续变化，单击确定按钮，完成操作。

3. 追踪

追踪就是在运动的每一步创建选定几何体的副本。选择追踪对象后，追踪对象就会出现在列表窗口中。如果被追踪的对象有专有的名称，则该名称就会出现在列表窗口中，对象的名称可指定。但该名称为指定名称，系统仍使用默认名称。

步骤 01 打开文件 D:\ugsc60\work\ch11.05.05\trace\motion_1.sim。

步骤 02 选择“运动”工具条中的 → 追踪命令，系统弹出图 11.5.21 所示“追踪”对话框。

步骤 03 选取图 11.5.22 所示的对象，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成操作。

步骤 04 选择“运动”工具条中的命令，系统弹出“动画”对话框。在该对话框中选中☑追踪复选框，然后单击▶按钮进行播放，结果如图 11.5.23 所示。

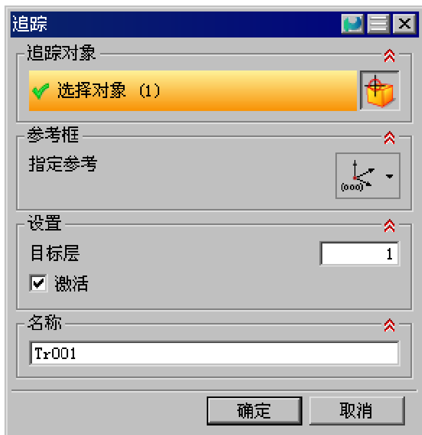


图 11.5.21 “追踪”对话框

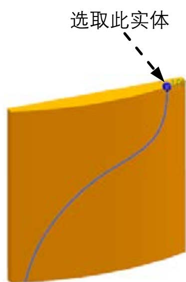


图 11.5.22 定义参照对象

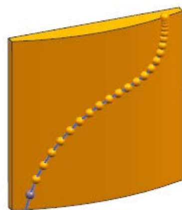

图 11.5.23 创建追踪

图 11.5.21 所示的“追踪”对话框说明如下。

- ◆ 参考框：指定被跟踪对象以一个坐标为中心运动。
- ◆ 目标层：指定被跟踪对象的放置层。
- ◆ ☑ 激活：选中该复选框，激活目标层。

11.6 编辑仿真

11.6.1 编辑仿真对象

编辑运动对象用于重新定义连杆、运动副、力类对象、标记和运动约束。该命令可编辑 UG 运动分析模块特有的对象和特征。其操作与创建过程是一样的，这里就不详细讲解。

11.6.2 主模型尺寸

主模型尺寸用于编辑机构几何体。这里的几何体指用来创建原始零件的特征，如拉伸、槽、圆角、孔和凸台等的参数。选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 主模型尺寸(E)... 命令，系统弹出图 11.6.1 所示的“编辑尺寸”对话框。

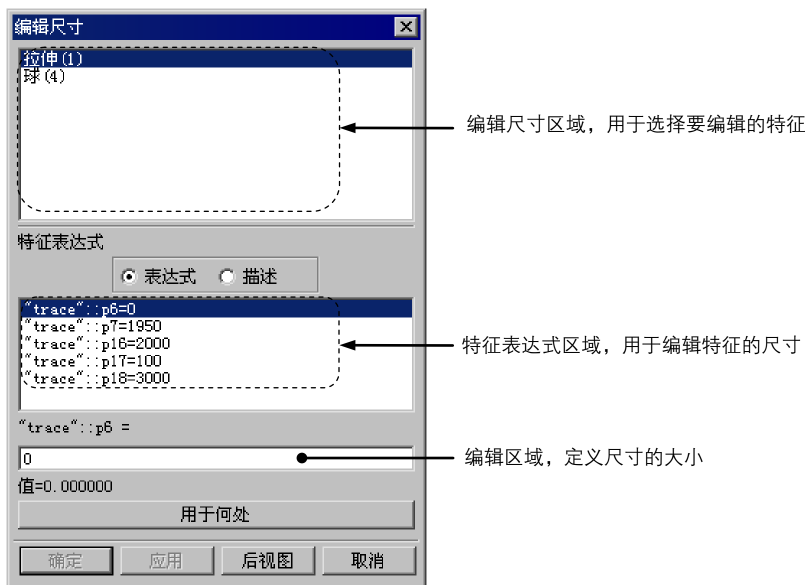


图 11.6.1 “编辑尺寸”对话框

图 11.6.1 所示“编辑尺寸”对话框说明如下。

- ◆ 特征表达式：该区域中的表达方式有 ⊙ 表达式 和 ⊙ 描述 两种。
  - ● ⊙ 表达式：选中该单选项，特征表达式区域出现表达式。

● 描述：选中该单选项，特征表达式区域出现描述表达式。

◆ 用于何处：单击该按钮，系统弹出“信息”窗口，在此窗口可以查看到编辑的尺寸在模型中所属的位置（控制模型的几何或位置关系）。

11.6.3 函数编辑器

函数编辑器是创建运动函数的工具。当使用解算运动函数或高级数学功能时，函数编辑器是非常有用的。单击“运动”工具条中的 f(x) 命令，系统弹出“XY 函数管理器”对话框，利用该对话框可以编辑函数。

11.7 运动仿真与分析综合应用

案例概述：

本案例讲述了图 11.7.1 所示的四杆机构的运动仿真过程，在定义运动仿真过程中首先要注意连杆的定义，要根据机构的实际运动情况来进行正确的定义。

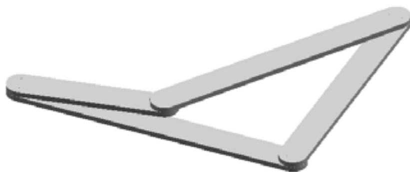


图 11.7.1 四杆机构



本案例的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch11.07 文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ugsc60\work\ch11.07\paradigm.prt。

读者意见反馈卡

尊敬的读者：

感谢您购买机械工业出版社出版的图书！

我们一直致力于 CAD、CAPP、PDM、CAM 和 CAE 等相关技术的跟踪，希望能将更多优秀作者的宝贵经验与技巧介绍给您。当然，我们的工作离不开您的支持。如果您在看完本书之后，有好的意见和建议，或是有一些感兴趣的技术话题，都可以直接与我联系。

策划编辑：丁锋

读者购书回馈活动：

活动一：本书“随书光盘”中含有该“读者意见反馈卡”的电子文档，请认真填写本反馈卡，并 E-mail 给我们。E-mail：来振东 zhanygjames@163.com，丁锋 fengfener@qq.com。

活动二：扫一扫右侧二维码，关注兆迪科技官方公众微信（或搜索公众号 zhaodikeji），参与互动，也可进行答疑。



凡参加以上活动，即可获得兆迪科技免费奉送的价值 48 元的在线课程一门，同时有机会获得价值 780 元的精品在线课程。

书名：《UG NX 6.0 快速入门及应用技巧》

1. 读者个人资料：

姓名：__________性别：____年龄：____职业：_________职务：_________学历：_____

专业：________单位名称：______________________办公电话：_____________手机：____

QQ：______________________________微信：______________E-mail：________________

2. 影响您购买本书的因素（可以选择多项）：

□内容　□作者　□价格

□朋友推荐　□出版社品牌　□书评广告

□工作单位（就读学校）指定　□内容提要、前言或目录　□封面封底

□购买了本书所属丛书中的其他图书　□其他______________

3. 您对本书的总体感觉：

□很好　□一般　□不好

4. 您认为本书的语言文字水平：

□很好　□一般　□不好

5. 您认为本书的版式编排：

□很好　□一般　□不好

6. 您认为 UG 其他哪些方面的内容是您所迫切需要的？

---

7. 其他哪些 CAD/CAM/CAE 方面的图书是您所需要的？

---

8. 您认为我们的图书在叙述方式、内容选择等方面还有哪些需要改进的？

北京兆迪科技有限公司

★ 北京兆迪科技有限公司十几年来一直专注于CAD/CAM/CAE的研究和培训。公司的培训专家和工程师均具有国际、国内著名公司的从业经验。近十年来，公司针对企业实际需求及教学培训方法等多方面进行了不断的研究探索，并不断完善，形成了一套具有特色的教学培训管理方法，产生了广泛的社会影响。

★ 培训课程内容由专家亲自制定，并不断完善更新。课程内容贴近当前企业的产品设计、产品分析、模具设计、数控编程等岗位的实际需求，并融入各行各业大型企业典型案例和一些实际设计经验技巧，力求在短期内最大程度地满足企业的实际需求。

★ 课堂讲解遵循“引导思路、启发思维”的方法，力求在短期内达到最佳培训效果。每一位学员在轻松理解、快速掌握软件使用方法和技巧的同时，还将体会到CAD/CAM/CAE软件设计的思路方法和技巧。

★ 公司目前已成功地为戴姆勒-奔驰汽车、丰田汽车、三一重工、ABB、德国曼恩机械、航天一院、航天三院、阿特拉斯·科普柯、西门子、美的集团、中国石化、清华同方、ITT等众多著名公司提供了三维软件的培训及技术支持，深受业界好评。

★ 为配合教学，多年来，公司的专家和教师结合本公司培训的特色，精心编写并陆续推出了UG、Creo、SolidWorks等多种精品书籍，深受众多读者欢迎。

兆迪科技全国培训免费咨询电话：400-6359-339

北京地区培训专线：010-82176248/49

上海地区培训专线：021-69975023/25

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版



机械工业出版社微信公众号



扫一扫，
更多精彩汽车
生活图书任你选

ISBN 978-7-111-50637-9
ISBN 978-7-89405-837-9(光盘)

编辑微博：http://weibo.com/u/1594752151

策划编辑◎杨民强　丁锋
封面设计◎张　静



定价：59.90元（1DVD）